DIE NATURWISSENSCHAFTEN

16. Jahrgang | 30. November 1928 | Heft 48

Über die physiologische Bedeutung wichtiger Bestandteile der Vegetabilien mit besonderer Berücksichtigung des Lignins[1].

Von Max Rubner, Berlin.

I.

Die Blockadezeit, deren Ende noch kaum ein Jahrzehnt hinter uns liegt, denn ihre Ausläufer schleppten sich in die Nachkriegszeit hinein, hatte unsere Bevölkerung vor umstürzende Umwälzungen der Ernährung gestellt. Unvorbereitet, wie damals die Behörden waren, wußten sie nicht ein noch aus. Wenige Monate nach Beginn des Krieges begann die Zwangsernährung mit der Rationierung der Nahrungsmittel, der Animalien, des Brotes, des Fettes, des Zuckers, der Kartoffeln und aller möglichen anderen Dinge, frei blieben Obst und Gemüse. Die Ernährung wurde ergänzt durch Strecken der Nahrungsmittel mittels Zusätzen verschiedener Art, durch Aufsuchen neuer Nahrungsmittel pflanzlicher Natur. Unzählige Vorschläge aller Art wurden den Behörden unterbreitet. Eine skrupellose Volksbelehrung suchte bald dieses bald jenes Nahrungsmittel oder Surrogat als Rettungsmittel zu empfehlen und die Kriegsernährung als Erlöserin von aller Schwelgerei und als die Ära zur Rückkehr zu einfacheren Sitten zu preisen. Mit der Unkenntnis paarte sich häufig genug gutgemeinter Trug. Heute auf einzelnes rückschauend einzugehen, ist nicht die Aufgabe des Tages, aber die Erkenntnis steht fest, für die große Masse hat die große Not des Volkes keinen dauernden Eindruck hinterlassen. Die Wünsche nach Nahrung sind zu tief im Wesen der einzelnen wie eines Volkes verankert, als daß nicht die Rückkehr zu alten Sitten und Gewohnheiten einträte. Und würde die Verwaltung einer neuen Blockade viel schaffensbereiter gegenüberstehen als ehedem?

Solche Probleme wollen von langer Hand aus erwogen und vorbereitet sein. Sie sind auch nur in Abwägung der großen internationalen Bewegung in der Volksernährung und unter energischer Umgestaltung und Förderung der Landwirtschaft in langer Sicht zu lösen. Auf das allgemeine Ernährungsproblem werde ich an anderer Stelle näher eingehen.

In der Blockadezeit waren auch die wissenschaftlichen Fragen der Nahrungsmittelchemie und Ernährungslehre noch nicht so weit geklärt, als es notwendig gewesen wäre. Aber diese notwendige Umgestaltung hat sich doch rasch vollzogen, und jedenfalls haben wir in vieler Richtung einen Vorsprung vor anderen Nationen gewonnen, den man mehr außerhalb als im eigenen Lande gewürdigt hat.

Die Ernährungswissenschaft hat sich bemüht, in jener gärenden Zeit nach dem Rechten zu sehen, die Lücken auszufüllen, die sich überall zeigten, die Mißverständnisse zu heben und vor Mißgriffen zu warnen und darzutun, was an Nahrungsmengen überhaupt notwendig sei, welche Folgen die ungenügende Zufuhr habe und welches die untersten Grenzen der Existenzfähigkeit einer nationalen Ernährung sind.

Es wäre zu wünschen, daß auch in ärztlichen Kreisen diese Erkenntnisse tiefer eindringen und in ihrer Bedeutung erkannt werden. Ein tiefer Abstand trennt die Ernährungswissenschaft von der Modediätetik. Es ist eine irrige Auffassung, als bestände eine Volkskost in der Zusammenstellung beliebiger Nahrungsmittel. Im Gegenteil, eine volkstümliche Ernährungsweise ist eine durch lange, oft Jahrhunderte alte Empirie gewählte Ordnung bestimmter Gerichte. Mit der zwangsweisen Umstellung durch die Blockade war die Möglichkeit der üblichen Ernährungsformen unterbunden.

Auf diese Änderungen und auf ihre Folgen hat man in der Periode der Not kaum geachtet, es muß aber doch einmal ausgesprochen werden, daß schon diese Umgestaltung der Essensweise an sich schwer auf eine Bevölkerung wirkt.

Es soll im nachfolgenden ausschließlich auf die organischen Stoffwechselfragen eingegangen werden, die auch erfahrungsgemäß bei freier Nahrungswahl und gemischter Kost für eine Bevölkerung die ausschlaggebenden sind.

Das Problem der Ernährung liegt, wenn man von dem Gesagten absieht, im Notfall auf rein *quantitativem* Gebiet, d. h. auf der Möglichkeit, die Menge irgendwelcher Nährstoffe tunlichst zu erhalten oder den Verlust so klein als möglich zu machen. Die quantitative Einschätzung ist aber nur auf *energetischem* Wege möglich, was, wie es scheint, auch heute noch nicht in weiten Kreisen der Physiologen verstanden wird. Wie ich vielfach an anderen Stellen gesagt habe, ist die Gefahr einer ungenügenden Calorienzufuhr weit größer als selbst eine längere Einbuße an Eiweißzufuhr, obschon letzteres zu schwerwiegenden Umstimmungen der Disposition zu Krankheiten geführt hat.

Als die animalischen Nahrungsmittel in naher Sicht zu Ende gingen, als Fett, Brot und Kartoffeln schon rationiert waren und ungenügend waren, träumte man von einer Umstellung auf

[1] Genehmigter Abdruck aus den Sitzungsberichten der Preußischen Akademie der Wissenschaften 1928, XI—XII, S. 127—145.

vegetabilische Diät. Was wir damals aber eine vegetabilische Kost nannten, war durchaus eine quantitativ ungenügende und in ihrer Komposition schlechte Kost, auch, von den Geschmackswerten abgesehen, stand sie hinter dem, was vegetabilisch lebende Völkerschaften genießen, weit zurück, weil sie sich auf die minderwertigen Dinge beschränkte, welche einem auf gemischte Kost in seiner Landwirtschaft und Viehzucht eingestellten Volke nur wenige Auswahl zu bieten vermochten.

Man versicherte durch eine Ergänzung der Nahrung durch Gemüse und Obst alles Fehlende zu liefern, obschon man hätte sagen müssen, daß Gemüse, die im Frieden nur $^1/_{20}$ unseres Nahrungsbedarfes deckten, unmöglich so plötzlich höhere Erträgnisse liefern können, und daß vom Obst, das kaum $^1/_{40}$ unseres Bedarfes deckte, noch weniger Hilfe kommen konnte.

Wie man nicht an die Produktionsmöglichkeiten kritisch dachte, so hat man auch die Nahrungsmittel einfach nach ihren analytischen Werten, d. h. ohne Rücksicht auf ihr physiologisches Verhalten eingeschätzt.

Bei dem gewaltigen Defizit an Eiweiß in der Blockadenahrung hat man natürlich Ausschau auf weitere N-Quellen gehalten.

Mit Obst und Gemüsen greift man auf eine Nahrungsquelle über, die in ihren Einzelheiten weit weniger bekannt ist als die Animalien oder von den Vegetabilien die Cerealien und Leguminosen.

Aus den vielen Untersuchungen, welche ich darüber in der Kriegszeit angestellt habe, mögen die wichtigsten, soweit hier die Eiweißfrage in Betracht kommt, zusammengestellt sein.

In 100 g Trockensubstanz sind N bzw. echtes Protein ausschließlich Amidstickstoff:

Nahrungsmittel	N	Protein
Äpfel	0,22	1,37
Kohlrüben	0,51	3,18
rote Rüben	0,65	4,06
Kartoffeln	0,70	4,37
Meerrettich	0,73	4,56
Schwarzwurzeln	0,77	4,81
Teltower Rüben	1,30	8,12
Blaukraut	1,41	8,81
gelbe Rüben	1,45	9,06
Wirsing	1,49	9,31
Blumenkohl	2,24	14,00
Haselnüsse	2,97	18,55
Spinat	2,94	18,36
Grünkohl	3,14	19,01
Steinpilze	3,43	21,43
Salat	3,95	24,68

Wer auf Eiweißquellen ausgeht, findet nach der Tabelle eine Reihe von Gemüsen, die einen Vergleich mit Leguminosen und manchen Animalien aushalten können.

Enthalten ist der Gesamt-N in zweierlei Form, sowohl N als Amid-N usw., und echtes Protein. Auch bei den Cerealien und Leguminosen kommt einiger Amid-N vor, aber in viel geringerer Proportion als bei den Gemüsen usw. (im Durchschnitt).

Die Verteilung von Amid-N zu Protein ist folgende:

Von 100 N sind echtes Protein:

bei Schwarzwurzeln	27,3
„ roten Rüben, Wirsing, Rosenkohl, Kohlrüben, Teltower Rüben, Mohrrüben, Meerrettich, Kartoffeln	40—50
„ Blumenkohl	52,4
„ Blaukraut	57,5
„ Grünkohl	68,1
„ Steinpilzen	68,7
„ Äpfeln	76,3
„ Spinat	81,9
„ Haselnüssen	95,5

Die Unterschiede sind also sehr groß, und der Eiweißwert kann nicht unmittelbar aus dem N-Gehalt der Pflanzen ersehen werden.

Es läßt sich der Gedanke nicht abweisen, hier Nahrungsmittel von zum Teil sehr hohem Wert vor sich zu haben, die durch ihre großen Unterschiede im N-Gehalt gewissermaßen den verschiedensten Ernährungsaufgaben dienen können, dem Bedürfnis einer N-armen Diät bis zu N-Mengen, die den Leguminosen oder auch manchen animalischen Nahrungsmitteln (Milch, manche Fleischarten) gleichwertig scheinen.

Gerade weil aber die Zusammensetzung eines Nahrungsmittels an sich für die Volksernährung keineswegs allein ausschlaggebend ist, sondern vor allem die Verdaulichkeit in Frage kommt, habe ich auch diese experimentell in Betracht gezogen, freilich nicht für alle Objekte, sondern mehr für die wesentlichen Typen. Auf die Ergebnisse im einzelnen gehe ich hier nicht ein, aber das Gesamtresultat zeigte so große Verluste bei einzelnen Nahrungsmitteln, daß die natürliche Reihenfolge geordnet nach der chemischen Zusammensetzung durch Verdauungsverluste wesentlich modifiziert, ja sogar umgeworfen wird.

Für das praktische Leben und für den Nährwert bleibt bei allen diesen angeführten Nahrungsmitteln noch zu berücksichtigen die Größe des Abfalls, welcher bei der Zubereitung der Handelswaren bis zur Herstellung eines genießbaren Gerichtes entsteht.

Zieht man beide Momente, Verdaulichkeit und Abfallgröße, in Betracht, so kommt man nach meinen Untersuchungen zu folgendem Bild:

In 100 Teilen Handelsware sind:

	Einfuhr			*Verdaut*	
	Kal.	Amid-N usw.	Protein	Kal.	N insgesamt
1. Milch	67		0,547	63,6	0,509
2. Fleisch	327		2,7	313	2,6
3. Kartoffeln	98		0,337	90	0,282
4. Roggenbrot	226		0,840	195,5	0,500
5. Wirsing	16,7	0,122	0,091	11,7	0,159
6. Mohrrüben	20,6	0,111	0,096	18,0	0,126
7. Spinat	26,0	0,090	0,407	—	—,
8. Äpfel	30,6	—	—	27	—
9. Kohlrüben	33,3	0,041	0,056	26	0,033
10. Steinpilze	132,9	0,509	1,242	85,4	1,133
11. Haselnüsse	187,4	0,035	0,788	184,0	0,823

Hier läßt sich die Stufenleiter der Veränderungen durch die Blockade deutlich erkennen.

Mit dem Ausscheiden des Fleisches haben wir ein hochwertiges, konzentriertes Nahrungsmittel eingebüßt. Kartoffeln und Brot können uns nur einen unvollkommenen Ersatz und einen solchen überhaupt nur dann bieten, wenn wir *größere Nahrungsmengen* aufnehmen; und betrachten wir uns dann die dritte Gruppierung, die man als freie Nahrungsmittel bezeichnete, wobei Steinpilze und Nüsse, weil in zu geringen Mengen erhaltbar, ganz ausscheiden, so sieht man die Möglichkeit einer Ernährung nur unter Anwendung kolossaler Nahrungsmittelmengen gegeben, wobei noch der Umstand berücksichtigt werden müßte, daß Gerichte, aus Gemüse bestehend, beim Kochen noch wasserhaltiger zu werden pflegen, als sie von Natur schon sind. Die Beispiele lehren, wie notwendig es ist, bei der Ernährung alle Umstände eingehend zu würdigen.

Praktisch genommen haben die gesuchten Nahrungsquellen auch vollkommen versagt und den Kräfteverfall nicht aufhalten können. Diese Lehre sollte man auch heute nicht vergessen. Denn auch jetzt noch werden dem Obst und Gemüse Nährаufgaben zugeschrieben, die sie nie erfüllen können, auch wenn der Anbau solch erhobenen Wünschen folgen könnte, was nirgendwo auf der Welt der Fall ist.

II.

Die Vorgänge in unserem Organismus bei Umstellung von einer animalischen oder gemischten Kost auf eine vegetabilische werden zunächst gar nicht richtig eingeschätzt. In der Literatur fungiert die vegetabilische Kost gewöhnlich als „eiweißarme Kost". Das ist an sich nicht zutreffend, denn man kann sowohl eine vegetabilische Kost zusammenstellen, die sogar sehr eiweißreich ist, wie auch die vergleichende Ernährungsphysiologie der Völker zeigt, daß zwischen Völkern gemischter Kost und vegetabilischer Kost im Eiweißverbrauch kein Unterschied ist.

Zutreffender ist schon die Unterscheidung beider Ernährungsweisen mit Bezug auf Verdaulichkeit, wobei die gemischte Kost der vegetarischen im Durchschnitt überlegen bleibt, besonders auch hinsichtlich des N-Verlustes, der bei Vegetabilien sehr erheblich ist.

Auch darin liegt nicht der eigentliche Unterschied; wir haben es, was man bisher nicht zu würdigen verstand, mit einer völligen Umstimmung und Umstellung in Vorgängen unseres Verdauungskanals zu tun. Ich spreche dabei nicht von dem allgemeinen leicht Feststellbaren und Fühlbaren, der stärkeren Belastung durch die großen Volume der üblichen vegetabilischen Speisen, auch nicht von der gleichfalls belästigenden Gasbildung im Darm und auch nicht von der langsamen Verdauung. Zum Verständnis der Verdauungsprozesse muß ich auf die von mir festgestellte Tatsache verweisen, daß das, was wir „Kot" nennen, im Einzelfalle in der Zusammensetzung grundverschiedene Dinge sind.

Bei den Animalien haben wir so gut wie gar keine eigentlichen Nahrungswerte als Abgang, sondern einige Reste von Verdauungssäften und Reste, die aus der *Umsetzung* der Eiweißstoffe über die Gallenstufe herrühren. Bei den Vegetabilien trennen sich vor allem deutlich zwei große Gruppen, wirkliche Reste der Nahrung, auf die ich im nächsten Abschnitt zu sprechen komme, und mehr oder minder große Mengen von Resten von Verdauungssäften, die häufig der Ausdruck von gewaltigen Vorgängen im Drüsenapparat des Darmes sind. Die Hälfte und mehr einer Ausscheidung kann auf diesen Rest der Verdauungssäfte fallen.

Die Anregung zur Sekretion ist wieder nicht allein auf das Eiweiß, Fett oder die Kohlehydrate ihres Aufbaues zurückzuführen, vielmehr wahrscheinlich auf andere Begleitstoffe der Nahrung, vielleicht auf Substanzen des Zellsaftes, deren Wirkung sich in manchen Fällen sogar auf die *Erhöhung des Eiweißverbrauches* im Sinne also einer Stoffwechselsteigerung bezieht.

Die Organtätigkeit erweist sich also zwischen den beiden Ernährungsformen offenbar grundverschieden. Infolge dieser Steigerung der Stoffwechselproduktausscheidung kommt man bei Betrachtung der Ergebnisse der einzelnen Nahrungsmittel zu höchst auffälligen Konsequenzen, nämlich zu einer oft befremdenden Relation zwischen wirklich Resorbiertem und dem Aufwand an Drüsentätigkeit.

Auf 100 resorbierte Calorien treffen an Stoffwechselprodukten (Cal.)

bei feinstem Weizenbrot	3,8
„ Vollkorn-Roggenbrot	8,8
„ Äpfeln	10,1
„ gelben Rüben	12,5
„ Kohlrüben	21,2
Wirsing	42,6

Wir sehen die Nahrung als einen Reiz auf die Sekretionen wirken, die bei manchen Pflanzen eine außerordentliche Größe erlangt.

In diesen erheblichen Ausscheidungen von Resten der Verdauungssäfte liegt auch zum großen Teil der Verlust an N begründet, den die N-Zufuhr der Vegetabilien bei dem Durchtritt durch den Darmkanal aufweist, außerdem bleibt mehr oder minder wirkliches Eiweiß als solches unverdaut, was in einzelnen Fällen auf den Einschluß mancher Eiweißsorten in Zellmembranen selbst oder auch in anderen Fällen wohl so zu erklären ist, daß Eiweißteile an der Zellmembran selbst haften.

Wir kennen keine Völkerernährung, bei der die Beimengung von Gemüsen die oben angegebene bescheidene Grenze wesentlich überschreitet. Unter normalen Verhältnissen sind Nahrungsmittel dieser Art nur Zutaten. Es wäre wohl möglich, daß die übertrieben erscheinende Wirkung auf den Darm zu einem Vorteil bei Kombination mit anderen nicht gemüseartigen Nahrungsmitteln wird. Beachtenswert mag der Umstand sein, daß Blatt-

gemüse die stärkste Wirkung auf den Darm ausüben.

III.

Der zweite Teil der Verluste der Vegetabilien beim Durchtritt durch den Darm besteht in wirklichen Verlusten von Substanzen, die der Resorption widerstanden haben. Deren gibt es eine ganze Menge, eine ganz überragende Rolle spielen in dieser Hinsicht die Zellwände der Pflanzenzellen. Man hat schon vor Jahrzehnten gewußt, daß in den Pflanzen, auch in denen, die zur Menschenernährung dienen, „Holzfasern" enthalten sind, und diese hat man durch verschiedene Verfahren zu bestimmen gesucht. Die häufigst angewandte Methode ist das Weender-Verfahren und bis heute in Gebrauch.

Genau besehen liegt dem Rohfasergehalt ein rein morphologisches Problem zugrunde. Da man sich das Pflanzengewebe, etwas populär ausgedrückt, etwa wie einen Teil eines Bienenstockes vorstellen kann, der in den Wachswaben Nährstoffe enthält, so kann man sich die Aufgabe stellen, zu trennen zwischen der gehäuseartig aufgebauten Zellmembran der Pflanze einerseits und ihrem Inhalt, dem biologisch wichtigsten Teile, der die lebende Substanz oder wertvolle Reservestoffe einschließt.

Dieses Gehäuse und diese Waben, die zweifellos schon rein mechanisch betrachtet aus harten, zähen Teilen bestehen und besonders überwiegend das Holz darstellen, soll durch die Rohfaserbestimmung erfaßt werden. Das ist auch richtig, insoweit wenigstens die Rohfaserbestimmung einen Teil dieser Stützgewebefasern bestimmen läßt.

Es ist mir aber schon 1915 bei Aufnahme meiner Untersuchungen über Vegetabilien gelungen, an Stelle der Rohfaserbestimmung die wirkliche Isolierung der ganzen Zellmembranen zu setzen, wobei sich wesentlich neue Gesichtspunkte, sowohl in analytischer wie in physiologischer Hinsicht, ergeben haben. Man kann also diese „Waben" aus dem Nahrungsgemisch herausschälen und für sich untersuchen und auch ihr Verhalten im Darm kennenlernen, denn auch ihre Abtrennung aus den Abscheidungen kann man durchführen.

Ich habe dann systematisch alle pflanzlichen Nahrungsmittel daraufhin untersucht und darüber in der phys.-math. Klasse der Akademie Mitteilung gemacht, aber im wesentlichen nur für solche Pflanzenteile, welche sich zum menschlichen Genuß eignen.

Nur zur Aufklärung der Verhältnisse im allgemeinen sind noch einige Holzarten wie Birkenholz und aus Hölzern oder ähnlichem hergestelle Substanzen analysiert worden.

Die Unterschiede im Zellmembrangehalt erweisen sich sehr groß; vom Holz abgesehen, das bei der Birke zu 89% davon enthält, haben wir bei genießbaren Teilen als unterste Grenze etwa wie bei der Kartoffel 5—6% und das andere Extrem bei Rüben und Blattgemüse bis zu 24—30% Zellmembranen. Die Cerealien mit 8—9% für das ganze Korn stehen nicht ungünstig, wie auch die Obstarten, soweit sie untersucht sind. Aber auch in einer Frucht wechselt der Zellmembrangehalt, und zwischen Getreidehülsen, Keimling und Mehlkern finden sich die größten Unterschiede.

Gibt auch die analytisch festgestellte „Rohfaser" im großen und ganzen ein annäherndes Bild der Unterschiede, so differiert die Beurteilung nach Zellmembran oder Rohfaser ganz erheblich. Zunächst schon betragen die Zellmembranen natürlich viel mehr, als der Rohfasergehalt erkennen läßt, und die Rohfaser stellt auch nie einen bestimmten gleichbleibenden Gehalt der Zellmembranen dar. Aus Rohfaser läßt sich die Zellmembran etwa durch Umrechnung nicht finden.

Die praktische Auswirkung der Zellmembranbestimmung besteht darin, daß sich die Gruppe „N-freie Extrakte" der Pflanzen wesentlich verkleinert, manchmal in außerordentlichem Maße. Unter N-freiem Extrakt versteht man die Menge von Stoffen, welche rechnerisch hinterbleibt, wenn man N-haltige Stoffe und Asche und Fett und Rohfaser von 100, d. h. der Trockensubstanz, abzieht. In medizinischen Büchern findet man diesen Rest fälschlich als „Kohlehydrat" bezeichnet, und häufig wird sogar die Rohfaser noch hinzugezählt. In manchen Nahrungsmitteln, die sich bei Diabetes bewährt hatten, ist die Hemmung der Zuckerbildung dadurch zu erklären, daß sie eben überhaupt viel weniger Kohlehydrate enthalten, als man früher annahm.

In allen bisher untersuchten Fällen, die sich auf sämtliche Gebiete unserer Pflanzennahrung beziehen, haben sich drei Gruppen von Körpern feststellen lassen, einmal Cellulose, dann Pentosane. In allen Fällen blieb aber dann noch ein Rest, den weiter zu entwirren mir damals unmöglich war, weil gerade für jene Stoffe, die in diesem Rest enthalten sind, keine brauchbaren Methoden zur analytischen Trennung vorhanden waren. Ich habe diesen Anteil daher kurz als „Restbestand" zusammengefaßt und dessen Auflösung späteren Untersuchungen vorbehalten. In diese Sammelgruppe gehören die Lignine, dann auch Hemicellulose, Mannan, Galaktan, welch letzteres schon durch verdünnte Säuren leicht in Zucker übergeführt wird.

In ihrem Äußeren sind diese Zellmembranen rein dargestellt nichts weiter als farblose Substanzen, die nur insofern voneinander etwas abweichen, als da und dort in ihren Formen die kleinsten Teilchen etwas „Struktur" beibehalten, dies kann nicht wundernehmen, da ja der innere Zusammenhang der Bestandteile chemisch nicht zerstört worden ist.

Wer eine endlose Variabilität der Zusammensetzung der Zellmembranen voraussetzt, wird überrascht sein, daß der prozentige Aufbau dieser Teilchen nach den Bestandteilen der drei Gruppen nicht allzu groß ist. Die meisten Cellulosewerte der Zellmembran bewegen sich zwischen 41—48%.

also höchstens die Hälfte besteht aus diesen widerstandsfähigen Massen. Die Pentosane bewegen sich zwischen 15—25% (mit Ausnahme der Kartoffelzellmembran) und die Restsubstanzen zwischen 29—43%. Also sind die Pentosane im allgemeinen geringer an Masse als die beiden anderen Gruppen. Wenn eine Nahrung aufgenommen wird, die nur aus einem bestimmten Nahrungsmittel besteht, so läßt sich aus den Ausscheidungen die Zellmembran wieder darstellen und sieht in ihrem Äußeren eigentlich kaum verändert aus. Aber mit der Menge des Aufgenommenen verglichen, gibt es bei unseren Nahrungsmitteln keine Zellmembran, die nicht angreifbar wäre für den menschlichen Darm.

Tabelle.

	In 100 Teilen Trockensubstanz sind Zellmembran	Von 100 Zellmembran sind		
		Cellulose	Pentosan	Rest
Grünkohl . . .	25,9	40,22	26,71	33,07
Spinat	26,6	40,23	24,42	35,35
Wirsing	28,5	41,76	23,48	34,76
Brunnenkresse .	13,5	41,95	15,49	42,56
Blumenkohl . .	28,5	43,79	22,11	34,10
Salat	29,7	47,69	20,65	31,66
Kartoffeln . . .	5,59	40,72	5,55	53,73
gelbe Rüben . .	26,4	42,72	22,31	35,27
Meerrettich. . .	26,4	44,74	24,57	30,69
Schwarzwurzeln.	12,5	47,03	24,15	28,82

Wenn man von Kernen und Steinzellen u. dgl. absieht, die ja unverändert abgehen, kann man sagen, daß von allen drei Komponenten der Zellmembran ein Teil verdaut wird. Wenn auch z. B. die Pentosane gelegentlich den Vorrang in der Aufnahmefähigkeit haben, so ist doch diese erleichterte Auflösung keineswegs als ausnehmend groß zu denken, vielleicht ist eine fermentative Einwirkung nicht auszuschließen.

Der Umstand, daß die im Kot des Menschen auftretenden Reste des Unverdauten nicht allzuweit sich von den aufgenommenen Zellmembranen unterscheiden, kann nur durch die innige Vermengung der einzelnen Komponenten erklärt werden, etwa so, daß nur allmählich eine Loslösung und Auflösung kleiner Partikelchen erfolgt, wobei natürlich der anfängliche Grad der Zerkleinerung durch die etwaige Oberflächenvergrößerung auch eine relative Verbesserung in der Verdaulichkeit der Komponenten bedingen kann.

Bei Beobachtungen an Mast- und Milchtieren hat man die Erfahrung gemacht, daß Dinge, die als verholzt gelten, hinsichtlich der Rohfaserverdauung sich schlechter verhalten als anderes Material. Die Cellulose selber hielt man an und für sich für verdaulich.

IV.

Auf diesem Axiom baute sich in der Blockadezeit sozusagen eine neue Industrie auf: die Aufschließung des Strohes und ähnlicher Dinge zu Kraftfutter für Tiere. Die ganze Bearbeitungsweise beruhte überwiegend auf der Anwendung verdünnter Alkalien. Millionenwerte sind dieser Idee geopfert worden, obschon die Grundgedanken dieses Verfahrens unbewiesen waren.

Schon ehe diese Empfehlungen auftauchen und zu Patenten ausgewertet worden sind, hatte ich darauf hingewiesen, daß wir zur Aufschließung des Holzes gar nicht komplizierter Einrichtungen oder auch nur der Erhitzung bedürfen, um einen erheblichen Teil der verholzenden Teile abzuscheiden, das besorgt schon Alkali bei gewöhnlicher Temperatur.

Eine solche Aufschließung nimmt, wenn man sie quantitativ betrachtet, hauptsächlich die Pentosane fort und einen Teil des Lignins, und die Cellulose wird also in reinem Zustande der Verfütterung zugeführt.

Es soll nicht bestritten werden, daß solches Stroh u. dgl., welches vorbehandelt war, vielleicht lieber von den Tieren genommen wurde als anderes unbearbeitetes Material. Ich will mich auch in diese Frage der Tierhaltung nicht weiter einlassen. Im Laufe der Jahre habe ich aber so viel Beobachtungen über den Verdauungsvorgang solcher Zellmembranen an Menschen und Fleischfressern gemacht, daß ich zu einer anderen Auffassung dieser Verdauungsprozesse gekommen bin und die zur Beurteilung führenden Tatsachen in Kürze auseinandersetzen will, was bisher nicht geschehen ist.

Schon vor diesen Untersuchungen des Aufschließens im Großbetriebe habe ich an *Birkenholz* gezeigt,

1. daß das, was man durch Alkalibehandlung wegnimmt, wesentlich über 70% aus Pentosanen besteht, außerdem aus Lignin und einigen anderen Stoffen,

2. *daß ein Unterschied in der Verdaulichkeit der Cellulose im Holz und freigemachter gar nicht nachweisbar ist, jedenfalls keine Verbesserung der Verdaulichkeit herbeigeführt wird.*

Wenn also solchen bearbeiteten Strohmassen ein gewisser Wert zukommt, so liegt dieses jedenfalls mehr in den physikalischen Eigenschaften dieser Fütterung, vielleicht seiner größeren Weichheit (Arch. f. Physiol. 1915, 100).

Weiterhin hat sich zeigen lassen, daß reine Cellulose, d. h. Filtrierpapier selbst für den Fleischfresser zum Teil, d. h. zu 27%, verdaulich ist. Aber sie ist ein ungünstiges Nährmaterial, auch wenn sie ganz rein und frei von Beimengungen vorliegt.

Cellulose ist also nicht nur für den Wiederkäuer, sondern auch für Mensch und Fleischfresser ein bei der Verdauung angreifbares Material, wenn auch nur in beschränktem Maße, aber das verholzte Material unterscheidet sich nicht zu seinen Ungunsten von der freien Cellulose, wenn es durch Zerkleinerung und Vermahlung genießbar gemacht wird.

Versuche einer Verbesserung der Verdaulichkeit von Holz und Stroh durch Säurebehandlung sind damals auch gemacht worden, aber fehlgeschlagen. Zwar kann man Birken- und Coni-

ferenholz leichter zerkleinern, wenn es mit Säure vorbehandelt ist, aber die Cellulose bleibt dabei unverdaulich.

Dies steht im Zusammenhang mit der Tatsache, daß die Cellulose beim Menschen (auch beim Hund) nicht auf dem Wege fermentativer, sondern bakterieller Aufschließung erfolgt, wie das ja von HABERLANDT eingehend mikroskopisch verfolgt worden ist.

Die saure Aufbereitung des Futtermaterials hinterläßt immer noch so viel Rückstand an *Säure*, daß es zu einer bakteriellen Verarbeitung im Darm nicht kommt.

Eine derartige Aufschließung läßt sich nach meinen Beobachtungen sehr leicht auch durch Dämpfe von ClH erzielen, ohne Anwendung von Wärme, wenn man z. B. Holzmehl in einem Exsiccator über einer Mischung von ClH und konzentrierter Schwefelsäure stehen läßt. Zuerst greift diese Behandlung keine Cellulose an, wohl aber die Pentosane, diese in Pentosen umwandelnd, weiter wird Lignin mit schwarzer Farbe frei gemacht. Der Brennwert solchen Holzes geht von 4,3 Cal. auf 4,1 Cal. zurück, ein Beweis, daß auch flüchtige Stoffe abgegeben werden.

Man hat also zur Gewinnung einer „rationellen" Tiernahrung Zeit und Geld nutzlos vergeudet. Noch besser werden die Verhältnisse aufgeklärt, wenn wir uns in folgendem nur den Verdauungsprozessen der Zellmembranen bei dem Menschen zuwenden. Den Grad der Löslichkeit der Cellulose habe ich beim Menschen wohl in Hunderten von Versuchen festgestellt wie auch den der Pentosane und schon 1918 publiziert. Aber eine Untersuchung konnte ich damals nicht im einzelnen durchführen, nämlich jene für die Restsubstanz, oder ich mußte wenigstens offen lassen, aus welchen Gründen sie sich verschieden verhält. Und diese Lücke sei jetzt ausgefüllt.

V.

Die Restsubstanzen, nach meiner Bestimmungsmethode hergestellt, enthalten mehr oder weniger Lignin. Es erschien mir erwünscht, die Rolle des Lignins bei der menschlichen Ernährung durch direkte Bestimmung in den Einnahmen und Ausgaben näher kennen zu lernen. Von anderer Seite liegen einige quantitative Bestimmungen des Lignins in Hölzern vor, das letztere macht etwa die Hälfte der Cellulose aus.

	% Lignin	Cellulose (pentosanfrei)
Birke	19,6	45,3
Buche . . .	22,5	53,5
Fichte . . .	28,3	57,8
Kiefer . . .	26,3	54,5

(FUCHS, Die Chemie des Lignins 1926, S. 72)

Mein Birkenholz enthielt in 100 Teilen:

Cellulose . .	33,8
Pentosane . .	29,2
Rest	16,4

also weniger Cellulose als oben, aber das Verhältnis von Restsubstanz zu Cellulose war wie 1 : 2, d. h. in der Restsubstanz scheint also bei Hölzern nur Lignin zu sein. Über das allgemeine Vorkommen des Lignins und sein Verhalten in der Natur steht etwa folgendes fest:

Alles Wachstum geht von unverholzten Zellen aus, manche Pflanzenhüllen halten sich dauernd unverholzt, wie Algen und Flechten[1], bei den Moosen ist die Verholzung nur angedeutet. Stark verholzte Gewebe enthalten keine Nährstoffe mehr. Bei Aussaat von Getreide können schon nach wenigen Tagen an den Gefäßen Verholzungen beobachtet werden. Zuerst scheint methoxylhaltiges Lignin angelagert zu werden. In vielen Fällen dient es zur Versteifung der Gewebe, ähnlich wie die Einlagerung von Kieselsäure. Hölzer enthalten zwischen 20—30% Lignin, zumeist 25—28%, die Weichhölzer *mehr* als die Harthölzer, Gräser führen 15—20% Lignin, Nadeln sind verholzt, Blätter fast immer unverholzt. Das Lignin scheint keine Reservesubstanz zu sein[2], also zu späterer Auflösung nicht bestimmt zu sein.

Außerhalb der Körper erleidet die Cellulose häufig eine Auflösung unter Gasbildung und Auftreten niederer Fettsäuren, unter letzteren hauptsächlich hervortretend findet sich Essigsäure und Buttersäure, die gleiche Zerlegung beobachtet man auch im Darmkanal[3].

Beim Faulen von Holz hat man folgende Beobachtung gemacht. Es wurde gefunden[4]:

	Cellulose	Methoxylzahl	Alkalilöslich
frisches Holz . . .	59,0	3,9	10,6
halb vermodert . .	41,7	5,2	38,1
ganz vermodert . .	8,5	7,8	65,3

Man schließt hieraus auf eine Anreicherung faulen Holzes an Lignin, letzteres widersteht dem Bakterienangriff besser als Cellulose und gibt die Grundlage zur Humusbildung und zu den weitverbreiteten Humuskohlen, während bei der Bildung der Sapropelkohlen Umsetzungen durch Faulschlamm eine Rolle spielen.

Der Betrachtung der Verdaulichkeit des Lignins seien die wesentlichsten Tatsachen über die Verdaulichkeit der sonstigen Bestandteile der Zellmembran vorausgeschickt.

Nach meinen Versuchen am Menschen kann gesagt werden, daß sich eine einfache Beziehung der Verdaulichkeit zum Aufbau der Zellmembran nicht dartun läßt.

Wenn dem Lignin die Eigenschaft der Erschwerung der Verdauung zugeschrieben wird, so wäre damit noch nicht gesagt, daß zwischen beiden eine strenge Abhängigkeit bestünde, weil die Verteilung des Lignins keine gleichmäßige ist und manchmal nur einzelne Teile der Pflanzengewebe mit Ligninanlagerung versehen sind.

Von den drei Gruppen der Bestandteile der Membranen kann man den Pentosanen die leichteste Lösbarkeit zusprechen, schon milde chemische

[1] FUCHS, Die Chemie des Lignins, S. 208ff.
[2] FUCHS, l. c. S. 244.
[3] RUBNER, Z. Biol. 19, 81.
[4] FUCHS, S. 248.

Eingriffe spalten diese ab. Die Herauslösung der Pentosane aus der Zellmembran schreitet sogar in den unteren Darmabschnitten weiter fort, wo sie dann unresorbiert liegenbleiben können.

Am unberechenbarsten erweist sich beim Menschen die Verdauung der Cellulose, sie ist individuell bei demselben Nahrungsmittel bei gleichzeitiger Verfütterung an verschiedene Personen ganz verschieden, was offenbar damit zusammenhängt, daß hauptsächlich Bakterien an der Aufspaltung der Cellulose beteiligt sind und die Bedingungen für das erforderliche Bakterienwachstum sehr leicht sich ändern. Ein cellulosel ösendes Ferment, wie es bei einigen Schnecken vorkommt, besitzen, wie es scheint, auch die Wiederkäuer nicht.

VI.

Die mit reiner Cellulose und an Hölzern gemachten Anschauungen über die Verdaulichkeit der Cellulose darf man aber nicht auf die menschlichen Nahrungsmittel im allgemeinen übertragen. Schon bei den Körnerfrüchten zeigen sich etwas günstigere Verhältnisse.

Die weitere Untersuchung der Verdaulichkeit von vegetabilischen Nahrungsmitteln hat Ergebnisse gezeigt, welche in mancher Richtung ziemlich unerwartet waren. Eigentlich sollte man annehmen, wenn die reine Cellulose in ihrer Verdaulichkeit bekannt ist, müßte sich daraus die Eigentümlichkeit der Verdauung der Cellulose verschiedener Nahrungsmittel leicht voraussagen lassen. Die Experimente ergaben aber nachfolgendes in Prozenten:

Tabelle.

	Bei der Verdauung	
	Verluste an Zellmembran	Verluste an Cellulose
	im Verhältnis zur Zufuhr in der Kost	
Mohrrüben	5,92	9,64
Wirsing	11,68	12,90
Kohlrüben	17,40	17,4
Äpfel	22,00	21,2
Roggenkeimlinge	32,23	47,5
Roggenvollkorn	51,00	56,1
Birkenholz	64,9	60,8
präpariertes Fichtenholz	67 7	93,5
Filtrierpapier	73,0	73,0

Die Tabelle führt eine Reihe von Nahrungsmitteln auf. Verschiedene Personen haben sich mindestens mehrere Tage mit einem dieser Nahrungsmittel allein und ausschließlich ernährt. Darunter sind Gemüse, Wurzelgewächse, Obst, Brot und zum Vergleich ein Versuch über Holzfütterung am Hund.

Auf Grund der Verdaulichkeit beim Menschen zeigen die pflanzlichen Zellmembranen sich grundverschieden. Und ebenso grundverschieden, wenn man auch den Cellulosegehalt für sich betrachtet. Derselbe chemische Körper wird das eine Mal mit einem Verlust von 6—9%, das andere Mal mit 73—93% Verlust verdaut und gerade die rein dargestellte Cellulose am allerungünstigsten. Würden wir gefunden haben, daß reine Cellulose sehr leicht verdaut wird, dann wäre die Theorie von der Hemmung durch Zunahme inkrustierender Substanzen ganz selbstverständlich und überzeugend.

Sonach bleibt keine andere Erklärungsweise, als daß es eben verschiedene Cellulosen mit verschiedenen Verdaulichkeitsgraden gibt. Möglichkeiten einer solchen Annahme würden vielleicht gefunden werden können im verschiedenen kolloidalen Aufbau. So spricht man z. B. von junger Cellulose, aber immer nur in dem Sinne der Verholzungstheorie. Eine andere Annahme wäre die Voraussetzung einer verschiedenen Zusammensetzung der Zellmembranen unter Einfügung von Molekülkomplexen, welche sich gewissermaßen nur bei Verschiedenheiten des kolloidalen Aufbaues finden. Zu denken wäre dabei an Verbindungen jugendlicher Zellformen mit Eiweißstoffen und Lipoiden.

Gestützt würde eine solche Vorstellung durch eine Beobachtung hinsichtlich der Verdauungsfähigkeit der Zellmembranen von gelben Rüben. Stellt man nämlich diese Zellmembranen rein dar, wobei sie ein feines flockiges, farbloses Material bilden, und füttert es an Hunde, da sich ein entsprechender Versuch an Menschen nicht machen läßt, so hört die gute Verdaulichkeit auf. Im frischen Zustand bzw. auch nach dem Kochen verhält sich also die Zellmembran anders.

Erfolgt die Verdauung auch bei den leichtverdaulichen Membranen durch bakterielle Angriffe auf die Cellulose, so wäre es immerhin auch möglich, daß die Bakterienflora bei bestimmten Nahrungsmitteln eine ganz verschiedene ist, und deshalb bei der Fütterung rein dargestellter Zellmembranen mit anderen Nahrungsmitteln zusammen zur Entwicklung besonderer Bakterienspezies kein geeigneter Nährboden vorhanden ist.

Bei der allgemeinen Meinung, daß besonders den Ligninsubstanzen die Schwerverdaulichkeit zuzuschreiben sei, wird die Bestimmung des Lignins als wichtig erscheinen müssen.

Damit begibt man sich auf ein Gebiet, das in vielen Richtungen noch recht unaufgeklärt ist. Denn schon bei der Definition und Charakterisierung gehen die Meinungen auch heute noch erheblich auseinander.

KÖNIG und RUMP verstehen unter Lignin die nichtflüchtigen, alkohol- und ätherunlöslichen methylierten Verbindungen der Pflanzen, die ihren Methylalkohol nicht schon durch Behandlung mit NaOH, wohl aber mit starker Schwefelsäure abgeben. Da der Methylalkohol der Verbindungen wechselnd sein dürfte, läßt sich aus dem ersteren nicht auf die Ligninmasse schließen.

Von anderer Seite wird einfach das in 72% Schwefelsäure Unlösliche als Lignin aufgefaßt.

Das kürzlich erschienene Buch: Die Chemie der Lignine von W. FUCHS zeigt in ausführlicher Weise die zahllosen Vorschläge und Verfahren zur Klärung der Methodik und Darstellung sowie die

schwankenden Vorstellungen über Zusammensetzung und Herkunft dieser zweifellos wichtigen Stoffe.

Das Aussehen verschiedener Ligninpräparate ist verschieden. Je nach der Darstellungsweise erhält man es als gelb bis tiefbraun, in dicken Schichten schwarz aussehende Substanz. Bei den Bemühungen, in der Kriegszeit Zucker aus Holz zu bereiten, wurden große Mengen dieses Lignins als unverwertbarer Abfall erhalten.

Ob die schwere Zerlegbarkeit oder geradezu eine Unzerlegbarkeit des Lignins auch für die biologischen Vorgänge bei der Verdauung gilt, darüber kann man ohne weiteres aus dem von anderer Seite gebrachten Material keinen Schluß ziehen.

Eben deshalb habe ich schon vor Jahren Experimente zur Aufklärung dieser Frage angestellt und weitergeführt und willl sie hier mitteilen, da mir die experimentelle Arbeit weiterhin durch äußere Umstände unmöglich gemacht worden ist.

Ich habe eine Reihe von Verfahren zur Trennung des Lignins von anderen begleitenden Substanzen, und zwar schon im Jahre 1915, geprüft. Einen Weg bot die Verwendung von Ammoniak. Die Verwendung von Säuren (Mineralsäuren und deren Gemische und organische Säuren) schien mir aber einfacher. Die Verzuckerung des Holzes durch Anwendung von Salzsäure war, wie schon erwähnt, ein Verfahren, das günstige Resultate aufgewiesen hatte. Unter all diesen Vorschlägen ist die Methode WILLSTÄTTERS, bestehend in der Auflösung einer Substanz pflanzlicher Herkunft in Salzsäure von 1,21 spez. Gewicht, wobei man als Lignin ein tiefbraunes Produkt erhält, weitaus die beste und handlichste.

Prof. HEUSER hat mir seinerzeit Lignin aus Holz überlassen. Die schwarze Masse enthielt 92,2 % Trockensubstanz und nur 0,32 Asche. Davon läßt sich nur wenig in salzsaurem Alkohol und beim Kochen in Chloralhydratlösung extrahieren. Pentosane sind nicht darin enthalten, durch Behandlung mit Cl (chlorsaurem Kali und Salzsäure) wird die Masse gelb und ist dann in Ammoniak ohne Rückstand löslich, also cellulosefrei. 1 g organischer Trockensubstanz lieferte 6,277 kg/cal. an Verbrennungswärme, Holz nur etwa 4,2 kg/cal. Die Verbrennungswärme ist also viel höher als die von Kohlehydraten, was mit der Annahme über die Natur der Lignine in gutem Einklang steht.

Im Gesamtdurchschnitt enthalten Lignine etwa

C	H	O
63,12	5,9	31,0

(s. FUCHS l. c. S. 75) mit mancherlei Differenzen im einzelnen. Das Molekulargewicht steht noch nicht fest.

Die schwarze, meist fest zusammenbackende Masse ist nicht das ursprüngliche Lignin der Nahrungsmittel selbst. Die Lignine lassen sich ohne Farbenveränderung aus Hölzern mit Ammoniak ausziehen (RUBNER, Arch. f. Anat. u. Physiol. 1916, 48), worauf die Einwirkung der Salzsäure keine weitere Schwärzung des Holzes hervorruft. Wir haben keinen Grund anzunehmen, daß ein gröberer quantitativer Abbau bei der Darstellung des Lignins mittels Salzsäure vorkommt.

Aus den zahlreichen Versuchen über die Verdaulichkeit pflanzlicher Nahrungsmittel, die ich in den Jahren 1915—1918 ausgeführt habe, läßt sich aus dem Verhalten der ligninhaltigen Restsubstanz immerhin mit Sicherheit entnehmen, daß auch Lignine beim Hund und Menschen verdaut werden.

Der einzige ältere quantitative Versuch, die Resorbierbarkeit von Lignin festzustellen, ist von KÖNIG und BECKER am Pflanzenfresser ausgeführt worden, dabei wird angegeben, daß Lignin der Weizenkleie nicht, wohl aber freies Lignin beim Schaf zu 17,6—18,9 % verdaulich sei. Die Versuchsanordnung war aber dabei so kompliziert, daß meines Erachtens ein bestimmter Entscheid nicht getroffen werden kann, zumal auch, wie schon berührt, das gefütterte abgespaltene Lignin möglicherweise nicht in allen Eigenschaften mit dem in den Membranen gefundenen ursprünglichen übereinstimmt. (Veröffentlichungen der Landwirtschaftskammer der Provinz Westfalen 1918).

Für die Untersuchungen auf Lignine empfiehlt es sich nicht, die Nahrungsmittel als solche zu verwenden, da ein derartiges Gemenge verschiedener Stoffe der Reindarstellung große Schwierigkeiten entgegensetzt. Für meine Versuche wurden zuerst die Zellmembranen der Nahrungsmittel und ebenso die Zellmembranen des Kotes dargestellt. In diesem ist an Verunreinigung nichts anderes mehr vorhanden als kleine Mengen von Stickstoffsubstanz und Asche. Als sich in einer Reihe von Vorversuchen das Verfahren nach WILLSTÄTTER bewährt hatte, habe ich es auch weiterhin beibehalten.

Die Ausführung der Methode von WILLSTÄTTER (Chem. Ber. 46, 2401 [1913]) stößt, wie schon gezeigt, bei den für uns interessierenden Stoffen auf manche Schwierigkeiten, weil die Auflösung der Zellmembranen in der konzentrierten Salzsäure nicht immer schnell erfolgt, sondern manchmal längere Zeit erfordert. Ist die Reaktion zu Ende, so wird durch einen mit Asbest beschickten GOOCHschen Tiegel filtriert und mit konzentrierter Salzsäure nachgewaschen, schließlich der Salzsäurerest mit Wasser und mit Alkohol und Äther ausgewaschen, getrocknet und gewogen.

Nach diesem Verfahren wurden folgende Ergebnisse erzielt: Birkenholz, feinst gepulvert, gab 17,2 % Lignin.

Das Präparat enthielt in 100 Teilen 81,10 Zellmembran mit

33,2 % Cellulose
28,9 % Pentosan
37,9 % Rest (= 30,7 Teile auf das Holz gerechnet)

Von der Restsubstanz waren 17,2 Teile Lignin = 56 %, also über die Hälfte (s. auch oben).

In einem Fütterungsversuch am Hund gingen zu Verlust:

70 % der Cellulose
52,6% des Pentosans
62,9% der Restsubstanz

Man könnte also annehmen, wenn man die Zahlen so deuten will, das Lignin sei quantitativ zu Verlust gegangen und die anderen Teile der Restsubstanz ohne jeden Verlust verdaut worden. Dieses ist aber zweifellos sehr unwahrscheinlich und die Zersetzung eines Teiles des Lignins sicher.

Reine *Kleiezellmembranen* aus Weizen enthielten nach meinem Versuch in 100 Teilen Zellmembranen

20,7 % Cellulose
40,48% Pentosane
30,05% Restsubstanz

Gefunden wurden auf Reinkleie berechnet = 17,9% Lignin = 59,6% der Restsubstanz.

Beim Hund ist von solcher Kleie nicht verdaut worden:

75,0% der Zellmembranen
44,7% der Cellulose
38,7% von Pentosanen
25,3% der Restsubstanz

Da nun ein Viertel der Restsubstanz verloren ging, etwa 60% aber aus Lignin bestehen, so folgt von selbst, daß hier der Beweis für die Verdaulichkeit der Lignine des Getreidekorns vorliegt.

Im Gegensatz zu den Körnerfrüchten, deren Zellmembranmasse durch die Kleie repräsentiert wird, schwer verdaulich ist und auch reichlich Lignine enthält, stehen Wurzelgewächse und Blattgemüse. Zwei Beispiele werden zu einem Einblick genügen. Die *Mohrrüben* haben eine Zellmembran, die sich aus

42,42% Cellulose
22,31% Pentosane
35,27% Restsubstanz (2,2 Lignin)

zusammensetzt.

Die Zellmembran, die sich chemisch nicht wesentlich von anderen schwer verdaulichen unterscheidet, wird außerordentlich gut resorbiert, so daß nur verloren gehen:

von der Zellmembran . . . 5,92%
„ „ Cellulose 9,64%
„ „ Pentosane 4,19%
„ „ Restsubstanz . . . 2,79%

Die Mohrrüben unterscheiden sich von allem bisher aufgeführtem Pflanzenmaterial durch ihren geringen Ligningehalt von 2,2% der Zellmembran. Von der Restsubstanz sind nur 6,2% Lignin. Mikroskopisch findet man als „Lignin" braunschwarze Krümel und schwarze Spiralgefäße. Aus meinen Versuchen am Menschen hat sich also ergeben, daß sich in den Ausscheidungen mikroskopisch auch im wesentlichen als geformte Masse nur die Spiralgefäße der Mohrrüben nachweisen lassen, so daß es hier naheliegt, die Unverdaulichkeit oder Schwerverdaulichkeit *einzelner Teile der Zellmembran* auf diese Imprägnation von Lignin zu beziehen, vorausgesetzt, daß nicht auch nebenbei noch eine Verkorkung des Spiralgefäßes eine Rolle spielt.

Von Blattgemüsen wurde der *Wirsing* analysiert. Nach meinen Analysen enthält die Zellmembran

38,96% Cellulose
23,55% Pentosane
37,49% Restsubstanz (4,66% Lignin)

Von der Restsubstanz ist nur ein kleiner Teil Lignin, die Zellmembran enthielt 4,66% davon, also nur 12,4% der Restsubstanz. Die Zellmembran des Wirsings gehört ebenso wie die der Mohrrüben zu den leichtverdaulichen. Zu Verlust gegangen sind:

von den Zellmembranen . . 11,68%
„ Cellulose 12,93%
„ „ Restsubstanz . . . 10,09%

Die vorliegenden Tatsachen beweisen, daß die Lignine nirgendwo die Hauptmasse der Zellmembranen ausmachen, daß sie sogar in stark verhärteten Massen oft nur in mäßigen Mengen vorkommen, daß sie ferner nicht zu den schwerverdaulichen Stoffen gehören.

Bei Klopferbrot waren in der Aufnahme eines Mannes etwa 7,9 g Lignin täglich. In den Ausscheidungen wurde an Lignin 3,97 g gefunden, also ein Verlust von 50,2%, während die Restsubstanz im ganzen 66,3% verlor. Bei Gerstenbrot wurden etwa 7,8 g Lignin aufgenommen und 4,2 g Lignin in der Ausscheidung gefunden = 55,4% Verlust. Von der Restsubstanz waren verloren gegangen 32,8%.

In welcher Weise das Lignin schließlich im Organismus abgebaut wird, darüber läßt sich zur Zeit keine Angabe machen. Obschon die Mengen des verdaulichen Anteils des Lignins nicht allzu gering sind, kommt aber doch vom Standpunkt der Energieversorgung dem verdauten Lignin eine größere Bedeutung beim Menschen nicht zu.

Die schwerverdaulichen Zellmembranen enthalten mehr Lignine als die leichtverdaulichen.

Da aber die Verdaulichkeit der Cellulose von der Verholzung oder dem Ligningehalt, wie früher gezeigt, nicht abhängig ist, so haben wir die Lignine *nur als Leitsubstanzen* zu betrachten, die nur die Schwerverdaulichkeit der verschiedenen Cellulosen markieren.

Die Entstehungsgeschichte der gasgefüllten Glühlampe.

Ein Beitrag zur Frage der technisch-wissenschaftlichen Forschung.

Von IRVING P. LANGMUIR, Schenectady, U.S.A.[1].

Vorbemerkung des Übersetzers. Der nachstehende Aufsatz bildet einen Teil eines Vortrages, den der Verfasser am 13. Januar 1928 anläßlich der Verleihung der PERKIN-Medaille gehalten hat. (Vollständig unter dem Titel „Atomic hydrogen as an aid to industrial research" in Science Bd. 77, S. 201, 1928). Im ersten Teil seines

[1]) Übersetzt von WILHELM WESTPHAL, Berlin.

Vortrages betont der Verfasser sehr nachdrücklich, daß es zwei Arten der wissenschaftlichen Forschung in der Technik geben müsse. Einmal die laufende Laboratoriumsarbeit an bestimmten Problemen, die durch die Bedürfnisse des technischen Fortschritts unmittelbar vorgezeichnet sind. Diese Arbeiten bedürfen einer straffen und einheitlichen Organisation und Direktive. Andererseits aber kann die Technik die *völlig freie wissenschaftliche Forschung* an ihren Laboratorien heute nicht mehr entbehren. Nicht nur deshalb, weil dies der einzige Weg ist, auf dem sie imstande ist, bedeutende Gelehrte für ihre Zwecke zu gewinnen, sondern vor allem auch deshalb, weil diese freie und primär ganz um ihrer selbst willen betriebene Forschung sehr häufig, und für die Beteiligten oft völlig unerwartet, Früchte von größter technischer Bedeutung trägt. Die Förderung der freien Forschung seitens der großen technischen Firmen ist daher keineswegs eine Frage des unmittelbaren Nutzens oder des Prestiges, sondern ein lebenswichtiges und unentbehrliches Glied im Rahmen ihrer Betriebe. Der Verfasser gibt hierfür aus seiner eigenen Erfahrung in der Entstehungsgeschichte der gasgefüllten Lampe ein überaus eindrucksvolles Beispiel. Es darf hinzugefügt werden, daß sich darin auch klar der Forschertyp abzeichnet, der mit einer solchen verantwortungsvollen Arbeit betraut werden kann. W. W.

Ich trat zuerst im Sommer 1909 in das Forschungslaboratorium der General Electric Company ein, und zwar mit der Absicht, im Herbst wieder an das STEVENS-Institut zurückzukehren, wo ich bis dahin Chemie gelehrt hatte. Anstatt mir irgendeine bestimmte Aufgabe zuzuweisen, schlug Dr. WHITNEY vor, daß ich einige Tage in den verschiedenen Räumen des Laboratoriums zubringen solle, um mit den Arbeiten der einzelnen Mitarbeiter vertraut zu werden. Er bat mich, ihn dann wissen zu lassen, was mir das interessanteste Problem für die sommerliche Ferienarbeit zu sein schiene. Ein großer Teil des Laboratoriumsstabes war emsig mit der Entwicklung des gezogenen Wolframdrahtes beschäftigt, der nach dem damals neuen COOLIDGE-Verfahren hergestellt wurde. Eine ernstliche Schwierigkeit bestand in der Vermeidung des Sinterns des Drahtes, welches eine Art von Brüchigkeit erzeugte, die nur auftrat, wenn die Lampen mit Wechselstrom betrieben wurden. Unter einer großen Zahl von Drahtproben waren zufällig drei erzeugt worden, die Lampen ergaben, welche ebensogut mit Gleichstrom wie mit Wechselstrom brannten. Aber es war unbekannt, aus welchem Grunde gerade diese Drähte so gut waren. Es schien mir, daß es noch einen bisher unbeachteten Faktor gäbe, nämlich daß das Sintern möglicherweise von gasförmigen Verunreinigungen in dem Drahte herrühren könnte. Ich schlug daher Dr. WHITNEY vor, daß ich verschiedene Drahtproben im Hochvakuum erhitzen und die Menge des in jedem Falle gewonnenen Gases messen wolle.

Bei der Überschau über das Laboratorium waren mir besonders die vorzüglichen Methoden aufgefallen, die zum Evakuieren der Lampen dienten. Diese Methoden schienen mir weit besser zu sein als die sonst in wissenschaftlichen Laboratorien üblichen. Mein Wunsch, mit diesen Methoden bekannt zu werden, war zweifellos einer der Beweggründe, der mich für meine erste Arbeit die Untersuchung des Gasgehalts von Drähten wählen ließ.

Als die geplanten Messungen im Gang waren, fand ich, daß die Drähte überraschend große Gasmengen abgaben. Innerhalb weniger Wochen wurde mit klar, daß irgend etwas an meiner Apparatur absolut nicht in Ordnung war, denn ich erhielt in ein paar Tagen von einem kleinen Draht eine Gasmenge, deren Volumen bei Atmosphärendruck das Siebentausendfache des Volumens des Drahtes betrug, von dem es gekommen zu sein schien. Und es zeigte sich auch keinerlei Andeutung, daß diese Gasentwicklung nachlassen würde. Tatsächlich findet man in der Literatur, z. B. in J. J. THOMSONS Buch über die „Elektrizitätsleitung durch Gase", viele Hinweise, daß Metalle im Vakuum nahezu unerschöpfliche Gasmengen abgeben, und daß es unmöglich ist, Metalle durch Erhitzen gasfrei zu machen. Aber das Siebentausenfache des eigenen Volumens erschien mir doch als Gasabgabe eines Drahtes allzu unwahrscheinlich. Ich verbrachte den größten Teil des Sommers damit, die Herkunft dieses Gases aufzuklären, und bin nie dazu gekommen, die verschiedenen Drahtproben auf ihren Gasgehalt zu untersuchen. Wieviel folgerichtiger wäre es gewesen, wenn ich die Arbeit aufgegeben hätte, sobald ich sah, daß ich mit der angewandten Methode keinerlei brauchbaren Aufschluß über das Problem des Sinterns gewinnen konnte.

Was ich tatsächlich während jenes Sommers lernte, war, daß Glasoberflächen, die längere Zeit nicht erhitzt worden sind, im Vakuum langsam Wasserdampf abgeben, der unter Bildung von Wasserstoff mit einem Wolframdraht reagiert. Ferner lernte ich, daß Vaselin in einem Glasschliff im Vakuum Kohlenwasserstoffdämpfe abgibt, welche Wasserstoff und Kohlenoxyd bilden.

Für mich war jene sommerliche Arbeit so interessant, daß ich keine Lust mehr hatte, zu meiner verhältnismäßig eintönigen Lehrtätigkeit zurückzukehren, und sehr gern Dr. WHITNEYS Vorschlag, meine Arbeit im Laboratorium fortzusetzen, annahm. Ein bestimmtes Arbeitsprogramm wurde nicht gemacht. Zuerst mit einem, dann mit mehreren Assistenten setzte ich meine Arbeiten über das Auftreten von Gasen in Vakuumröhren fort und untersuchte außerdem die Effekte, die durch die Einführung verschiedener Gase in Wolframdrahtlampen hervorgerufen werden. Ich muß offen sagen, daß ich lediglich neugierig war, die geheimnisvollen Erscheinungen, die in diesen Lampen vor sich gehen, näher kennenzulernen. Dr. WHITNEY hatte früher gefunden, daß Gase die Eigenschaft haben, in Lampen zu verschwinden, aber niemand konnte sagen, wo sie bleiben. Daher beabsichtigte ich, alle verschiedenen Gase, deren ich habhaft werden konnte, in eine Lampe mit einem Wolframdraht einzulassen und endgültig herauszufinden,

was mit dem Gas passiert. Unter den Lampeningenieuren, mit denen ich in Berührung kam, herrschte übereinstimmend die Meinung, daß eine viel bessere Lampe herauskommen würde, wenn es nur gelänge, ein viel besseres Vakuum zu erzeugen. Insbesondere glaubte Dr. WHITNEY, daß man alles daran setzen sollte, das Vakuum zu verbessern, denn jegliche Laboratoriumserfahrung schien darauf hinzuweisen, daß auf dieser Linie der Angriff auf das Lampenproblem mit der größten Aussicht auf Erfolg geführt werden könnte. Ich sagte mir aber, daß ich wirklich nicht wußte, wie man ein besseres Vakuum herstellen sollte, und schlug statt dessen vor, den ungünstigen Einfluß von Gasen dadurch zu untersuchen, daß man Gas in die Lampen einließ. Ich hoffte, daß ich auf diese Weise mit diesen Gaswirkungen so vertraut werden würde, daß ich imstande wäre, auf den Gasdruck Null zu extrapolieren und so, ohne den Versuch wirklich auszuführen, vorhersagen könnte, wie gut die Lampe werden würde, wenn wir ein vollkommenes Vakuum erzeugen könnten.

Ich möchte hier nebenbei erwähnen, daß ich dieses Forschungsprinzip bei vielen Gelegenheiten als äußerst brauchbar erkannt habe. Wenn man den Verdacht hegt, daß durch Vermeidung gewisser unerwünschter Faktoren ein nützliches Ergebnis erzielt werden kann, wenn man aber andererseits findet, daß diese Faktoren sehr schwierig zu vermeiden sind, dann ist es eine gute Arbeitsmethode, einen dieser Faktoren nach dem andern beliebig zu verstärken. Auf diese Weise werden ihre ungünstigen Einflüsse gesteigert, und man wird so vertraut mit ihnen, daß man entscheiden kann, ob es wirklich der Mühe wert ist, sie zu vermeiden. Wenn man beispielsweise in einer Lampe ein so gutes Vakuum hat, wie man es nur irgend zu erzeugen vermag, aber vermutet, daß die Lampe besser wäre, wenn man ein hundertmal so gutes Vakuum hätte, so ist es unter Umständen die beste Politik, anstatt Methoden zur Verbesserung des Vakuums zu ersinnen, das Vakuum in kontrollierbarer Weise beliebig zu verschlechtern. Und man wird dann möglicherweise finden, daß eine Verbesserung des Vakuums gar nicht nötig ist, oder man findet vielleicht, wieviel besser das Vakuum eigentlich sein müßte.

Während dieser ersten paar Jahre, in denen ich, indem ich meine Neugier befriedigte und verschiedene Arbeiten über chemische Reaktionen bei niedrigen Drucken veröffentlichte, so gute Zeiten verlebte, habe ich mich manchmal gefragt, ob es ganz in der Ordnung sei, daß ich meine ganze Zeit im Rahmen eines industriellen Betriebes an solche rein wissenschaftliche Arbeit wendete. Denn ich muß gestehen, daß ich weder irgendwelche Anwendungsmöglichkeiten sah, noch auch solche je im Sinne hatte. Mehrmals sprach ich mit Dr. WHITNEY darüber und erklärte ihm, daß ich ihm nicht sagen könne, wohin diese Arbeit uns führen werde. Er erwiderte aber, daß es, soweit es ihn anginge, nicht nötig sei, daß sie überhaupt irgendwohin führe. Es sei ihm lieb, wenn ich dabei bliebe, in allen Richtungen weiterzuarbeiten, die unsere Kenntnisse bezüglich der in Glühlampen auftretenden Erscheinungen vertiefen könnten. Und ich solle mich vollkommen frei fühlen, jede Richtung zu verfolgen, die mir interessant erscheinen würde. Fast drei Jahre arbeitete ich auf diese Weise mit mehreren Assistenten, bevor von irgendwelchen meiner Arbeitsergebnisse eine wirkliche Anwendung gemacht wurde. Durch diese weitherzige Haltung hat sich Dr. WHITNEY, wie mir scheint, als ein wirklicher Bahnbrecher auf dem Gebiete moderner technischer Forschung erwiesen.

Für meine Untersuchungen über den Einfluß von Gasen mußte ich neue Typen von Vakuumapparaten ersinnen; insbesondere war es nötig, die kleinen Gasmengen, die in der Wolframlampe auftraten, zu analysieren. Mit Hilfe einiger dieser Spezialapparate war ich in der Lage, eine praktisch vollkommene quantitative Analyse einer Gasmenge auszuführen, deren Volumen bei Atmosphärendruck nur etwa 1 mm^3 ausmachen würde. In diesen Gasproben konnten wir den Prozentgehalt an Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Kohlensäure, Kohlenoxyd und Edelgasen bestimmen.

Bezüglich des Schicksals der verschiedenen Gase, die ich in die Lampen einließ, fand ich, daß nicht zwei Gase sich gleich verhielten. Sauerstoff griff den Draht an und bildete Wolframoxyd WO_3. Das erschien einfach genug. Aber ich fand, daß die Kinetik der Reaktion zahlreiche Züge von beträchtlichem wissenschaftlichen Interesse zeigte.

Beim Studium des Einflusses von Wasserstoff wurden sehr eigentümliche Erscheinungen beobachtet. Eine beschränkte Menge Wasserstoff verschwand und wurde an den Glaswänden adsorbiert. Hier blieb er in einer chemisch aktiven Form und war imstande, mit Sauerstoff bei Zimmertemperatur zu reagieren, sogar noch lange nach erfolgter Abkühlung des Wolframdrahtes. Dies ließ auf Wasserstoffatome schließen und schien einige Schlüsse zu bekräftigen, die ich schon aus Beobachtungen über die Wärmeabgabe von Wolframdrähten bei Atmosphärendruck gezogen hatte. Bei der Herstellung gespritzter Wolframdrähte und manchmal beim Reinigen gezogener Drähte wurden die Drähte auf diese Weise in Wasserstoff erhitzt. Auf Grund der Tatsache, daß Wolframdrähte bei einer mehr als 1500° höheren Temperatur schmelzen als Platin, hatte es mir geschienen, daß Wolfram ein besonders brauchbares Material für die wissenschaftliche Untersuchung der Erscheinungen in Gasen bei hohen Temperaturen bildete. Aus meiner Arbeit über Lampen kannte ich ungefähr die Temperaturabhängigkeit des Widerstandes von Wolframdraht, und so konnte ich einen solchen Draht als eine Art von Widerstandsthermometer benutzen. Mit Hilfe eines Voltmeters und eines Amperemeters konnte ich die Temperatur des erhitzten Wolframdrahtes aus dem Widerstand bestimmen und auch die Wärmeabgabe vom Drahte in Watt ermitteln. Ich wollte sehen, ob

sich irgend etwas Ungewöhnliches ereignet, wenn die Temperatur zu den extremen Werten gesteigert wird, die man nur mit Wolfram erreichen kann.

Die Ergebnisse interessierten mich lebhaft, denn sie zeigten, daß der Energieverlust durch das Gas, der bis etwa 1800° abs. mit der zweiten Potenz der Temperatur stieg, bei noch höherer Temperatur viel schneller anwuchs, um bei den höchsten Temperaturen etwa der fünften Potenz der Temperatur proportional zu werden. Dieses Ergebnis konnte erklärt werden, wenn der Wasserstoff bei hohen Temperaturen in seine Atome dissoziiert ist. Die Diffusion der Wasserstoffatome vom Drahte weg und ihre Wiedervereinigung in einigem Abstande von ihm müßte eine gewaltige Verstärkung der Wärmeleitung bewirken. Nachdem ich diese vorläufigen Ergebnisse veröffentlicht hatte, war ich natürlich sehr begierig, meine Kenntnisse bezüglich der Eigenschaften dieser Wasserstoffatome in jeder nur möglichen Richtung zu erweitern. Eine sehr große Zahl von Versuchen, die sich über mehrere Jahre erstreckten, wurde so im Laufe dieser Arbeiten über atomistischen Wasserstoff angestellt. Nahezu alle diese Versuche wären für jemanden, der sich auf direktem und folgerichtigem Wege mit dem Problem der Verbesserung der Wolframlampen beschäftigen wollte, vollkommen nutzlos, wenn nicht töricht erschienen.

Wenn Stickstoff von niedrigem Druck in ein Rohr eingelassen wurde, das einen Wolframdraht von extrem hoher Temperatur, etwa 2800° abs., enthielt, so verschwand der Stickstoff in einem Verhältnis, das unabhängig von seinem Druck war. Mit anderen Worten, hier lag eine Reaktion nullter Ordnung vor. Das ließ vermuten, daß die Reaktionsgeschwindigkeit durch die Verdampfungsgeschwindigkeit des Wolframs aus dem Draht begrenzt war. Zur Prüfung dieser Hypothese wurde der Gewichtsverlust von Drähten bei verschiedenen Temperaturen in einem guten Vakuum gemessen. Der Betrag änderte sich mit der Temperatur in Übereinstimmung mit bekannten thermodynamischen Gesetzen, und da der Betrag pro Flächeneinheit von den Dimensionen des Drahtes unabhängig war, so schloß ich, daß der Gewichtsverlust tatsächlich von einer Verdampfung herrührte und nicht von chemischen Wirkungen von Gasresten oder von elektrischen Störmen, die vom Drahte in den umgebenden Raum verliefen.

Ein Vergleich der Menge an verschwundenem Stickstoff mit dem Gewichtsverlust des Drahtes zeigte, daß auf jedes verdampfte Wolframatom ein Stickstoffmolekül verschwand. Eine braune Verbindung WN_2 bildete sich, die sich auf der Glaswandung niederschlug und sich unter Bildung von Ammoniakgas zersetzte, wenn Wasserdampf eingelassen wurde.

Von Zeit zu Zeit tauchte immer wieder die Frage auf: Wie gut würde wohl eine Lampe sein, die ein vollkommenes Vakuum hätte? Und jetzt auf Grund von Untersuchungen der Art, wie ich sie beschrieben habe, begann ich die Antwort zu finden. Wasserstoff, Sauerstoff, Kohlenoxyd und tatsächlich jedes Gas, das ich einließ, mit Ausnahme von Wasserdampf, erzeugte keine Schwärzung der Lampenwände. Die unangenehme Schwärzung, die schon bei Anwesenheit kleiner Mengen von Wasserstoff eintrat, beruhte auf einer zyklischen Reaktion, bei der atomistischer Wasserstoff eine wesentliche Rolle spielte. Die Wasserdampfmoleküle, die mit dem heißen Drahte in Berührung kommen, erzeugen ein flüchtiges Wolframoxyd, und Wasserstoff in atomistischer Gestalt wird frei. Das flüchtige Oxyd schlägt sich an der Wandung nieder. Hier wird es durch den atomistischen Wasserstoff in den metallischen Zustand reduziert, während der erzeugte Wasserdampf zum Drahte zurück diffundiert und auf diese Weise eine ständige Fortsetzung der Reaktion bewirkt. So kann eine winzige Wasserdampfmenge bewirken, daß eine relativ gewaltige Menge von Wolfram an die Glaswand transportiert wird.

Es trat dann die Frage auf, ob die Spuren von Wasserdampf, die noch in einer gut evakuierten Lampe vorhanden sein können, für die Schwärzung verantwortlich sind, welche die Lebensdauer oder den Nutzeffekt vieler dieser Lampen einschränkt. Wir machten einige Versuche, bei denen gut gearbeitete Lampen während ihrer ganzen Lebensdauer ständig mit flüssiger Luft gekühlt wurden, so daß keine Möglichkeit bestehen konnte, daß Wasserdampf in Berührung mit dem Drahte kam. Der Schwärzungsgrad war indessen genau der gleiche wie ohne Verwendung flüssiger Luft.

Nachdem ich so nachgewiesen hatte, daß die Schwärzung einer gut gearbeiteten Lampe lediglich auf Verdampfung beruht, konnte ich mit Sicherheit den Schluß ziehen, daß die Lebensdauer einer Lampe nicht wesentlich verbessert werden würde, auch wenn wir ein besseres Vakuum erzeugen könnten.

Bereits im Jahre 1911 schien es Mr. WILLIAM STANLEY, einem der Bahnbrecher auf dem Gebiete der elektrischen Industrie, daß unsere Gesellschaft mehr grundlegende Arbeit in bezug auf Heizvorrichtungen leisten solle. Da ich Interesse an der Theorie der Wärmeverluste von Drähten in Gasen gewonnen hatte, war ich froh, einige Arbeit in dieser Richtung leisten zu können. Daher übernahm ich die Leitung eines kleinen Laboratoriums in Pittsfield, Mass., wo ich etwa zwei Tage in der Woche verbrachte. Neben der Untersuchung der Wärmeverluste ebener Flächen bei verschiedenen Temperaturen bestimmte ich die Wärmeverluste von Drähten verschiedener Dimensionen in Abhängigkeit von der Temperatur, und zwar zuerst für Platindrähte. Es gelang mir, eine Theorie dieser Wärmeverluste zu entwickeln, die mir erlaubte, den Wärmeverlust eines Drahtes von beliebiger Dimension bei beliebiger Temperatur in einem beliebigen Gas zu berechnen, wobei allerdings vorausgesetzt war, daß das Gas bei hoher Temperatur nicht dissoziiert.

Nachdem ich so eine feste theoretische Basis

FÜNFTER JAHRGANG NOVEMBER 1928 • Nr. 6/7

MITTEILUNGEN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND AERZTE

Ansprache des I. Geschäftsführers Professor Dr. W. Blaschke bei der Eröffnung der 90. Versammlung in Hamburg.

Hochansehnliche Festversammlung!

Die letzte Zusammenkunft in von fremdem Besatzungsdruck befreiten Düsseldorf hat beschlossen, die 90. Tagung unserer Gesellschaft nach Hamburg zu legen. Hamburg und die Elbe haben durch den Krieg und seine Folgen in anderer Art zu leiden gehabt als Düsseldorf und der Rhein. Hamburgs Lebensnerv, die Seefahrt, war schon den ganzen langen Krieg hindurch unterbunden, und der Friede brachte den Raub der Handelsflotte. Wenn Sie heute in so erfreulich großer Zahl hier in der freien Hansestadt zusammengeströmt sind, werden Sie von den schlimmen Folgen des Krieges äußerlich nicht viel bemerken können. Der vergrößerte Hafen ist wieder voll von Schiffen, und die neu erbaute deutsche Handelsflotte ist kaum weniger leistungsfähig als die vor dem Kriege. Die Stadt ist gewachsen, Bauten für Wohnungen und Arbeit sind in vorbildlicher Weise entstanden.

Dann aber ist etwas Neues hinzugekommen. Hamburg hat sich als stolzes Zeichen des Wiederaufbaues eine eigene Universität gegründet. Der Mann, der das größte Verdienst an dieser Schöpfung hat, ist unser verehrter Ehrenrektor, Herr VON MELLE. Es ist mir besonders wertvoll, Sie heute auch im Namen unserer jungen Hamburgischen Universität hier willkommen heißen zu dürfen. Sie werden reichlich Gelegenheit haben, die Einrichtungen der Universität kennenzulernen, manches, was es anderswo nicht gibt, leider auch manches, was es anderswo besser gibt. Helfen Sie uns durch Rat und Tat beim Ausbau unserer Universität, die der Eigenart unserer Stadt gemäß den Blick vor allem nach Ausland und Übersee gerichtet haben soll!

Es ist mir als erstem Geschäftsführer unserer Versammlung und als Rektor der Universität eine ganz besondere Ehre und Freude, Ihnen, meine Damen und Herren, den ersten herzlichen Willkommensgruß entbieten zu können. Möge es Ihnen hier wohl gefallen, mögen alle Veranstaltungen gut klappen und vor allem, möge die wissenschaftliche Ernte unserer 90. Tagung reich sein.

Ich darf hier zunächst unseren 1. Bürgermeister Dr. PETERSEN begrüßen und die anderen Vertreter des Hamburgischen Senats, die Vertreter des Reichs und der Länder und auswärtiger Staaten. Dann einen besonders warmen Gruß unseren Freunden aus Österreich und allen Auslandsdeutschen, die heute hier zusammengekommen sind. Die Wissenschaft soll die Völker verbinden, nicht trennen, und die Bestrebungen, dem freien wissenschaftlichen Verkehr zwischen den Völkern künstliche Schranken entgegenzusetzen, gehören zu den schlimmsten Verirrungen der Kriegs- und Nachkriegszeit. Das zahlreiche Erscheinen von Gelehrten und Forschern auch des nicht deutschsprachigen Auslandes, auch der Vertreter fremder Staaten, ist uns ein neuer erfreulicher Beweis dafür, daß diese Bestrebungen Schiffbruch erlitten haben, und daß die deutsche Wissenschaft in aller Welt wieder geachtet wird.

Wir können mit Befriedigung feststellen, daß unsere Tagungen sich immer steigender Besucherzahl erfreuen. Dabei ist die Bedeutung dieser Tagungen, die ein Band zwischen allen deutschsprachigen Naturforschern und Ärzten bilden, für unser politisch und staatlich leider zerrissenes Volkstum nicht zu unterschätzen. Neben der erfreulichen Vermehrung der Teilnehmerzahl haben wir eine nicht unbedingt begrüßenswerte außerordentliche Vermehrung der Vorträge festzustellen. Diese Vermehrung der Vorträge hat zur notwendigen Folge, daß die große Tagung in einzelne Teiltagungen zerspalten wird, daß also das erstrebte Zusammengehen verschiedener Wissensgebiete wieder aufgehoben und unmöglich gemacht wird. Ich glaube, es wird die wichtigste Aufgabe der Leitung unserer Gesellschaft sein, da Abhilfe zu schaffen. Man wird auf die Dauer um eine Aussiebung der Vorträge nicht herumkommen und um enge Beschränkung auf solche Gegenstände, die für verschiedene Kreise gleichzeitig wichtig sind. Die Einzelwissenschaft kann dabei immer noch zu ihrem Recht kommen auf Sondertagungen, wie sie ja jetzt schon allgemein üblich geworden sind. Aber als Hauptziel unserer großen Veranstaltung wollen wir doch festhalten, die verschiedenen Zweige der Naturwissenschaft und die Kunst des Arztes zu gegenseitiger Befruchtung miteinander in Berührung zu bringen.

Mit unserer diesjährigen Versammlung sind mehrere wissenschaftliche Gedenktage verknüpft, von denen in unseren Sitzungen die Rede sein wird. Ich möchte hier nur daran erinnern, daß im März vergangenen Jahres zwei Jahrhunderte verflossen sind seit dem Tode ISAAC NEWTONS. Er hat zusammen mit LEIBNIZ den großen Schritt in der Mathematik getan, der über die Leistungen des ARCHIMEDES hinausging, den Zusammenhang zwischen Differentialquotient und Integral entdeckt und damit die Infinitesimalrechnung geschaffen, die zur Beschreibung und Erforschung der meisten Naturvorgänge unerläßlich ist. Er hat, auf GALILEI fußend, die Dynamik begründet und, auf KEPPLER fußend, die Himmelsmechanik durch Aufdeckung seines Gesetzes von der Schwere. Wir haben ihm insbesondere auch seine Lehre vom Licht zu danken. Aber nicht die vielen wichtigen einzelnen Leistungen scheinen mir an NEWTON das Größte zu sein, sondern der Geist, in dem er seine Werke schuf. Er wollte der Natur ihre Gesetze ablauschen, keine luftigen Gedankengänge aufbauen, was er durch die Worte kundgab:

Hypotheses non fingo.

Mit diesem Geist kann er unserer heutigen Zeit, die oft zu mittelalterlicher Mystik und andererseits zu allzu kühner Spekulation neigt, ein Vorbild sein.

Lassen Sie mich damit im Zusammenhang noch auf einen Mahnspruch eines andern großen Naturforschers und Künstlers hinweisen, der vor rund 400 Jahren zu Grabe getragen wurde, ich meine LEONARDO DA VINCIS Worte: „Trauet nicht den Schriftstellern, die nur mit der Phantasie sich zu Dolmetschern zwischen der Natur und den Menschen machen, sondern nur denen, die nicht nur an den Winken der Natur, sondern an den Wirkungen ihrer eigenen Versuche ihren Geist geübt haben."

Wir Deutsche haben es in 2000jähriger Geschichte noch nicht zu einem großen einigen Deutschen Reich gebracht, und daran sind wir wohl selbst schuld, da wir dazu neigen, den Stamm oder die Partei oder die Regierungsform über das Volk zu stellen. Aber die letzten Jahre haben uns deutlich fühlen lassen, daß wir uns die Zänkerei und Kleinstaaterei nicht mehr leisten können, wenn wir nicht unter die Räder kommen wollen. Den Wunsch auf eine bessere Zukunft unseres Volkes bitte ich Sie mit mir zusammenzufassen in den Ruf

„Unser großes und einiges deutsches Vaterland, das Deutschland, das von der Maas reicht bis an die Memel und von der Etsch bis an den Belt, es lebe hoch."

Ansprache des I. Vorsitzenden Professor Dr. Freiherr v. Eiselsberg.

Meine Damen und Herren! Meine erste und vornehmste Pflicht als Vorsitzender der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte ist es, den beiden Herren Vorrednern den aufrichtigsten Dank abzustatten.

Ich danke Seiner Magnifizenz, dem Herrn Bürgermeister der Stadt Hamburg Dr. PETERSEN, für die freundlichen Worte der Begrüßung sowie ganz besonders für das sinnige Andenken, das die vortrefflich geprägte Medaille des großen Physikers HERTZ darstellt. Ich danke Seiner Magnifizenz, dem Herrn Rektor der Universität, der gleichzeitig erster Geschäftsführer unserer Gesellschaft ist, für die Begrüßung und die vielen Beweise, mit welch unermüdlichem Eifer die Versammlung vorbereitet wurde.

Seit unserer letzten Tagung vor 2 Jahren hat die Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte eine Reihe von empfindlichen Verlusten erlitten. Es würde wohl zu weit führen — so groß ist die Zahl der Verstorbenen — wenn sie alle auch nur namentlich angeführt würden. Ich verweise diesbezüglich auf den später zu veröffentlichenden Bericht.

Aber mehrere unserer verstorbenen Mitglieder kurz zu erwähnen, erachte ich doch für meine Pflicht:

Naturforscher:

Professor WIENER, Leipzig, (Geschäftsführer der 100. Versammlung). Professor KRAZER, Karlsruhe (Geschäftsführer 1911). Professor BRÜCKNER, ausgezeichneter Geograph in Wien. Professor FROMM, Chemiker in Wien. Professor WIEN, Altvorsitzender, ausgezeichneter Physiker in München, der Träger des Nobelpreises war. Professor KOSSEL, Heidelberg, ausgezeichneter Physiker.

Ärzte:

Professor EBERTH, Berlin, der Entdecker des Typhusbacillus, im Alter vom mehr als 90 Jahren gestorben. Professor PERTHES, Tübingen, führender Sekretär der medizinischen Hauptgruppe, ausgezeichneter Chirurg. Professor UHTHOFF, Breslau, Geschäftsführer 1904, hervorragender Augenarzt. Professor ZWEIFEL, Leipzig, bekannter Gynäkologe. Professor MARCHAND, Leipzig, der Altmeister der pathologischen Anatomen. Professor GRUBER, hervorragender Hygieniker in München. Professor LICHTHEIM, hervorragender Altmeister der inneren Kliniker und Geschäftsführer der Naturforscher-Versammlung in Königsberg.

Ich bitte Sie, meine Damen und Herren, sich zum Gedächtnis dieser Genannten sowie der verstorbenen Mitglieder, die hier nicht namentlich angeführt werden konnten, von den Sitzen zu erheben.

Wenn der Besuch der diesjährigen Tagung ein so zahlreicher ist, so ist dies wohl ganz besonders der großen Anziehungskraft zuzuschreiben, welche die Stadt Hamburg ausübt. Diese schöne Stadt stellt nicht nur einen der bedeutendsten Ausgangspunkte und eine Eingangspforte völkerverbindenden Weltverkehrs dar, sie war seit altersher gleichzeitig auch eine hochberühmte Pflegestätte von *Kunst und Wissenschaft*, so daß nicht leicht ein würdigerer Rahmen für die Abhaltung unserer Versammlung gewählt werden konnte.

Gerade der Gedankenwelt des Naturforschers und der Interessensphäre des Arztes kommt der Geist des Ortes besonders zustatten und läßt vor dem geistigen Auge des einen wie des anderen die ganze Fülle und Mannigfaltigkeit der Aufgaben und Probleme aufscheinen, die es hier zu leisten gibt.

Hier gehört es fast zu den alltäglichen Leistungen, durch Beherrschung und Nutzbarmachung der Naturkräfte immer erfolgreicher Raum und Zeit zu überwinden, hier vermittelt ein durch tatkräftigen und lebhaften Handel und Wandel in stetem Fluß erhaltener Verkehr mit anderen Himmelsstrichen von fremden Ländern und Menschen Kunde und läßt alle die Verschiedenheiten aufdecken, welchen durch die Eigenart der Umwelt Bedingungen jeglicher Kultur aufgeprägt werden.

Es ist ein ungewöhnlich weiter Horizont, der sich hier unserer Betrachtung eröffnet und bewundernswert, in welch großzügiger Weise das so hochstehende Gemeinwesen und die Bürgerschaft dieser freien Stadt die kulturelle Mission zu erfüllen verstanden haben, die ihnen schon durch die geographische Lage zugefallen ist. Dort, wo schon der Alltag an die Leistungsfähigkeit der Menschen so hohe Anforderungen stellt, da meldet sich auch bald das Bedürfnis nach Vertiefung, Vervollkommnung und Vervielfältigung der Mittel und Methoden, um der großen Aufgaben in ihrem ganzen Umfange gerecht zu werden. Gerade Hamburg mit seinen vorbildlichen, für jede Art von Forschung eingerichteten Betrieben erbringt den eindringlichsten Hinweis, wie sehr die allgemeine Wohlfahrt, die Förderung jeder Art der Beziehungen der Menschen zueinander auf den Beistand der Wissenschaft angewiesen ist. Denn jede wahre Wissenschaft, möge sie ihm auf den ersten Blick noch so fernstehend scheinen — dient dem Leben. Allen Forschungsinstituten Hamburgs voran steht die *Universität*, welche zwar noch jung ist, aber auf eine Reihe von wissenschaftlichen und didaktischen Taten hinweisen kann. Und was hat das Institut zur Erforschung der Tropenkrankheiten schon geleistet dadurch, daß es die Mikroorganismen der Krankheiten verschiedener Rassen und Völker zu seinem besonderen Studium machte!

Ein kurzer Blick in das Prachtwerk: „Hygiene und soziale Hygiene in Hamburg" zeigt, daß auch in der praktischen Betätigung der sozialen Fürsorge Hamburg führend ist.

Aber neben den erwähnten großen Vorzügen Hamburgs als Ort der Tagung lockt noch ein anderer Grund zum Besuche derselben. Die ehrwürdige Einrichtung unserer Versammlungen, deren hundertjährige Wiederkehr wir vor 6 Jahren auf der Leipziger Tagung begehen konnten, trägt auch heute noch einem wahren Bedürfnis Rechnung und übt eine so mächtige Anziehungskraft aus.

Der Gedanke, der unsere Versammlung ins Leben rief, wurde in Zeiten vaterländischer Not geboren. Es ging damals um die Herstellung der Einheit Deutschlands auf wissenschaftlichem Gebiet, als Anbahnung der ersehnten dereinstigen staatlichen Vereinigung.

Niemand zweifelte zur Zeit der Begründung unserer Versammlungen, daß Naturforscher und Ärzte untrennbar zueinander gehören. Es kann durchaus nicht zugegeben werden, *daß dieses nahe Verwandtschaftsverhältnis* im Laufe der Zeiten und der wissenschaftlichen Entwicklung sich wesentlich geändert hätte. Denn jeder große und wahre Fortschritt, den die ärztliche Kunst und Wissenschaft seither aufzuweisen hat, ist Naturforschung und naturforschender Methodik zu danken. Andererseits empfangen die Naturforscher immer neue Anregungen aus dem Beobachtungsbereich des Arztes.

Die Erforschung der Lebenserscheinungen im weitesten Sinne des Wortes, die Heranziehung immer neuerer und vollkommenerer geistiger und materieller Behelfe, um sie zu verstehen und zu beeinflussen, ist und bleibt nach wie vor gemeinsames Arbeitsgebiet der Naturforscher wie der Ärzte.

Was sie einander entfremden könnte, wird durch die immer weitergehende Spezialisierung der Forschung wie der Praxis bewirkt. Diese stete Zunahme der Sonderfächer ist eine natürliche Folgeerscheinung der Mehrung der Forschungsergebnisse, vor allem der Methoden mit der ihnen eigenen Technik.

Die Entwicklung der Sonderfächer ist insolange eine erfreuliche Erscheinung, als ihre Vertreter auch auf ihrem beschränkten Arbeitsgebiet bestrebt bleiben, den Zusammenhang mit der Mutterwissenschaft zu wahren und als wissenschaftliche Arbeiter auf dem Teilgebiete in ihrer Art die Forderung der Naturwissenschaften stets im Auge zu behalten. Darin liegt der Sinn und die noch immer ungeminderte Bedeutung unserer Versammlungen, ihre eigentliche höhere Aufgabe.

Allerdings ist *Heilkunde nicht nur Naturwissenschaft* — aber die Grenzen zwischen beiden Wirkungsgebieten sind durchaus fließende. Wenn man im besonderen auf ärztlicher Seite etwa feststellen sollte, wo und wann das richtige Ärzten aufhört, Naturwissenschaft zu sein, so würde das kaum gelingen. Jedenfalls wäre sehr davor zu warnen, hier das Nichtübereinstimmende allzu stark zu betonen. Gewiß kommen dem Arzte in der Ausübung seines Berufes künstlerische Anlage, die Begabung intuitiver Erfassung der Erscheinungen sehr zustatten. Gilt dies nicht etwa für die Naturforscher in gleicher Weise? Naturforscher und Ärzte dürfen das von ihnen Erschaute auf seinen Wahrheitswert zu prüfen nicht unterlassen; nicht unterlassen, ihre Eingebungen der strengen Kritik objektiven Denkens und Untersuchens — sei es in der Eproyette, sei es im Tierexperiment — zu unterwerfen.

In diesem Sinne bleiben unsere Versammlungen eine stete Mahnung, ein steter Ansporn zur Wahrung des innigen Zusammenhanges aller Naturwissenschaft in allen ihren Zweigen bei und trotz unerläßlicher Arbeitsteilung. Ihre aktuelle Bedeutung hat aber eher zu- als abgenommen. Mehr als je gilt es heute zu sammeln, was in nur allzu rasch aufeinanderfolgenden Spezialkongressen und unzählbaren Sondervereinigungen mitgeteilt wird.

So hat der deutsche Chirurg z. B. alle Jahre den Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie in Berlin in seinem und vor allem in seiner Patienten Interesse zu besuchen. Aber auch die Tagungen der nordost-, der nordwestdeutschen, der mittelrheinischen, der oberrheinischen, endlich der bayrischen Chirurgen, welche Jahr für Jahr sich wiederholen, sollte er nicht versäumen, da es immer wieder Neues zu lernen gibt. Es soll dies nicht abfällig vermerkt werden, aber daß es reichlich viel derartige Sonderkongresse und Zusammenkünfte gibt, sei hier festgestellt.

Und gar erst die unübersehbare Zahl des von Jahr zu Jahr sich steigernden *Schrifttums*. Bekanntlich haben sich mit vollem Recht schon gewichtige Stimmen gegen diese Überhandnahme von Zahl sowohl als Umfang der Archive, Monats- und Wochenschriften erhoben. Es ist für den einzelnen Chirurgen kaum mehr möglich, dies alles zu übersehen. Es wird ja geradezu unmöglich, die Abhandlungen im Original zu lesen, und man ist genötigt, sich auf die kurzen Referate der Wochenschriften bzw. auf Sammelreferate zu verlassen.

Jedenfalls sieht unsere Versammlung in ihren *allgemeinen Sitzungen* die Hauptaufgabe, Naturwissenschaft und Medizin zusammen zu halten, mit ihren *kombinierten Sitzungen* die einzelnen Zweige der Naturwissenschaften bzw. Medizin einander nahezubringen und vor zu weitgehender Zersplitterung zu schützen.

Heute haben wir noch einer Reihe von wissenschaftlichen Großtaten bzw. Geburtstagen großer Naturforscher und Ärzte zu gedenken, und zwar selbstredend ohne Rücksicht auf ihre Nationalität.

Am 1. April dieses Jahres waren es 350 Jahre, daß der berühmte Harvey, der große englische Forscher und Arzt, geboren wurde, der uns zum erstenmal mit der *wahren Bedeutung des Kreislaufes bekannt* gemacht hat. Wenngleich die Bedeutung dieses die Medizin umwälzendes Fundes noch in einer Sektionssitzung ausführlich besprochen werden soll, sei doch auch hier schon darauf hingewiesen.

Vor 300 Jahren ist Malpighi geboren, durch dessen Entdeckung der Blutcapillaren die Harveyschen Funde ihre entsprechende Ergänzung erfuhren.

Vor 100 Jahren hat der große deutsche Chemiker Wöhler die Synthese des Harnstoffes gefunden. Die Bedeutung dieser wissenschaftlichen Tat wird morgen durch einen eigenen Vortrag gewürdigt.

Im Jahre 1828, also vor 100 Jahren, ist der Begründer der modernen Augenheilkunde, Albrecht von Graefe, geboren.

Da im vorigen Jahre keine Versammlung stattgefunden hat und auch im Jahre 1929 keine stattfinden wird, erlauben Sie mir, noch einiger Geburtstaten Erwähr ing zu tun; es handelt sich um die Zentenarfeier eines bedeutenden Fundes bzw. um Geburtstage großer Gelehrter, die auf das Jahr 1927 oder 1929 fallen.

Im Jahre 1827 hat Karl Ernst von Baer in Dorpat das Säugetierei gefunden.

Im Jahre 1827 ist der große Josef Lister geboren, dessen Wundbehandlung den so mächtigen erfolgreichen Umschwung gebracht hat. Wenngleich Ignaz Philipp Semmelweiss in Wien Jahre vor Lister die Bedeutung der Wundinfektion vollauf erkannte und ausgezeichnete therapeutische Abhilfe dabei vorschlug, blieb ihm die

Anerkennung der Mitwelt, vor allem seiner Kollegen, versagt, so daß erst auf LISTERS Lebensarbeit alle Erfolge der modernen Chirurgie, Gynäkologie, kurzum der modernen Operation zurückzuführen sind.

Im April des nächsten Jahres jährt sich zum hundertsten Male der Geburtstag THEODOR BILLROTHS, des großen deutschen Chirurgen, des Vaters der modernen Magen-Darmchirurgie, des unermüdlichen Forschers auf dem Gebiete der Wundbehandlung, des Gelehrten, der durch seine rücksichtslose Wahrheit und Offenheit im Mitteilen auch der Mißerfolge so wesentlich zur Förderung der modernen Chirurgie beigetragen hat. Ich hatte das Glück, 10 Jahre sein engerer Schüler zu sein, so daß Sie, meine Herren, ermessen können, wie gerne ich dieses hervorragenden Mannes an dieser Stelle gedenke.

Meine Herren! Es ist eine Freude, Naturforscher und Arzt zu sein angesichts der jeden Tag sich ergebenden großen Fortschritte. Denken wir nur auf dem *Gebiete der Naturwissenschaft* an das Radio, die drahtlose Telegraphie, die unendliche Verfeinerung des Kinos, an das Flugwesen, an die neuesten Bestrebungen nach der Erforschung des Weltraumes; *auf dem Gebiete der Medizin* an die immer gründlichere Erkenntnis der Ätiologie der Krankheiten.

Freilich ist die Naturwissenschaft günstiger daran als die Medizin. Die Naturwissenschaft entdeckt jeden Tag neue Gebiete, deren Erforschung sie sich gar nicht träumen ließ, und beschenkt uns mit ihren ganz unerwarteten Funden.

Die Medizin ihrerseits trachtet, durch emsige Forschungen Fortschritte zu machen und erzielt dabei ungeahnte Erfolge. Aber um die *Aufklärung* mancher und geradezu der wichtigsten Fragen hat sie sich bisher mehr oder weniger vergeblich bemüht. Ich denke dabei vor allem an die Krebsforschung, die noch immer in Dunkel gehüllt und noch immer durchaus nicht so weit gediehen ist, als wir dies für eine ätiologische Behandlung dieser Geisel der Menschheit dringend wünschen müssen.

Ich möchte dem dringenden Wunsche Ausdruck verleihen, daß unsere diesjährige, so reich besuchte Versammlung zur Klärung naturwissenschaftlicher und medizinischer Fragen beitragen möge und der wertvolle Zusammenhang von Naturwissenschaft und medizinischer Wissenschaft auch weiterhin erhalten bleiben möge.

Nach den Vorbereitungen, welche die Stadt Hamburg und der geschäftsführende Ausschuß getroffen haben, läßt sich wohl auch für einen äußeren glänzenden Verlauf eine ausgezeichnete Prognose stellen.

Meine Damen und Herren! Die Versammlung der deutschen Naturforscher und Ärzte hat wohl auch einen nationalen Anstrich, insoferne sie das gesamte naturwissenschaftliche und ärztliche Deutschtum darstellt. Die Verhältnisse, wie sie jetzt hier sind, erinnern in mancher Beziehung an jene, wie sie bei der Begründung der Gesellschaft maßgebend waren.

Ich habe es bisher unterlassen, mich Ihnen, meine Damen und Herren, als Österreicher vorzustellen und Ihnen zu sagen, wie sehr ich mich geehrt fühle, als solcher auf der größten deutschen wissenschaftlichen Versammlung den Vorsitz führen zu dürfen. Kommt doch auf dieser Versammlung unwillkürlich der Gedanke der engen geistigen Zusammengehörigkeit aller deutschen Stammesbrüder besonders lebhaft zum Ausdruck!

All unsere Mühen, Sorgen und Hoffnungen gelten dem Gedeihen und dem Ruhme unseres ganzen großen Volkes, als dessen treue Söhne wir uns stolz bekennen.

Allgemeiner Bericht über die 90. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte zu Hamburg vom 16. bis 22. September 1928.

Die 90. Versammlung war die 4., die unsere Gesellschaft im Laufe ihrer hundertjährigen Geschichte in **Hamburg** veranstaltete; sie hat sich den vorangegangenen in würdigster Weise angeschlossen.

Die Zahl der Teilnehmer ging allerdings mit rund 7000 weit über die der früheren Hamburger Versammlungen hinaus; sie bewies die Anziehungskraft, die das nach dem Friedensschluß und den Inflationsjahren wieder erstarkte Hamburg, seine vorbildlichen Einrichtungen auf dem Gebiet der Krankenpflege und des Gesundheitswesens, sowie vor allem die in den schwersten deutschen Zeiten begründete Universität besitzen.

Als Geschäftsführer waren die Herren Prof. Dr. BLASCHKE und Obermed.-Rat Prof. Dr. NOCHT tätig. Ihnen standen die Herren Prof. Dr. H. G. MÖLLER, Bergedorf bei Hamburg und Prof. Dr. WEYGANDT, Hamburg, als Stellvertreter, Prof. Dr. RIEBESELL und Oberarzt Dr. TREPLIN als Schriftführer, Freiherr CORNELIUS VON BERENBERG-GOSSLER und Bankier GEORG TILLMANN, i. Fa. Ludw. Tillmann, als Schatzmeister zur Seite. Das besonders schwierige Amt des Generalsekretärs der Geschäftsführung hat Herr Regierungsrat MAASS mit bestem Erfolg durchgeführt, so daß die Vorarbeiten wie die geschäftliche Durchführung der Versammlung selbst ohne nennenswerte Hemmungen abgewickelt wurden.

Wir möchten auch diese Gelegenheit benutzen, um allen den Herren und Damen, die zum Gelingen des großen Werkes beigetragen haben, den besten Dank der Gesellschaft auszusprechen.

In der *Sitzung des wissenschaftlichen Ausschusses* wurde nach Erledigung der Wahlen und der Erstattung des Kassenberichtes (vgl. S. 27) eine die *Notgemeinschaft* betreffende Entschließung gefaßt (vgl. Geschäftliche Sitzung).

Die *Tagesordnung der Versammlung* erfuhr insofern eine Abänderung gegen früher, als die Begrüßungsansprachen in eine besondere *Eröffnungssitzung* verlegt wurden, die für Sonntag den 16. September nachmittags 4 Uhr angesetzt war. Diese Sitzung wurde eingerahmt durch treffliche Musikvorträge des Hamburger Ärzteorchesters.

Herr Prof. Dr. BLASCHKE begrüßte die Versammlung als erster Geschäftsführer zugleich im Namen der Hamburger Universität (vgl. S. 21), sodann sprach Herr 1. Bürgermeister Dr. PETERSEN im Namen des Senates, sämtlicher Behörden und der Bürgerschaft der Stadt Hamburg und verkündete die Stiftung der HEINRICH HERTZ-Medaille, deren erstes Exemplar er dem Vorsitzenden der Gesellschaft überreichte. Daran schloß sich die Eröffnungsrede des ersten Vorsitzenden der Gesellschaft, Herrn Prof. Dr. VON EISELSBERG, Wien (vgl. S. 22). Diese Veranstaltung machte einen tiefen Eindruck und diente zugleich zur Entlastung der ersten allgemeinen Sitzung, die nunmehr ausschließlich wissenschaftlicher Arbeit gewidmet werden konnte.

Sowohl die *Eröffnungsfeier*, wie die sämtlichen *großen Sitzungen*, wurden in der Ernst-Merck-Halle des Zoologischen Gartens veranstaltet. Leider war die

Akustik in diesem Raum nicht die günstigste und die vorbereitete Lautsprecheranlage funktionierte nicht so gut, daß in den letzten Reihen der Zuhörerschaft in der Halle selbst, sowie in dem Sagebielschen Saal die Vorträge gut verstanden werden konnten. Es wird Aufgabe späterer Geschäftsführungen sein, die Hörbarkeit der allgemeinen Vorträge in den Versammlungsräumen selber, wie in zu Hilfe genommenen anderen Sälen besser zu gestalten. Die Wahl der Ernst-Merck-Halle für die großen Sitzungen war aber insofern eine günstige, als die Teilnehmer die *Ausstellung* von Apparaten und Präparaten aus dem gesamten Gebiet der Naturwissenschaften und Medizin ohne Zeitverlust besichtigen konnten, war sie doch in den anderen Räumen des Zoologischen Gartens untergebracht. Auch für den *Begrüßungsabend* erwiesen sich die genannten Räume als wohl geeignet, insbesondere, da bei dem andauernd herrschenden guten Wetter die Teilnehmer die schönen Anlagen des Zoologischen Gartens mit benutzen konnten.

In der *ersten allgemeinen Sitzung* wurden folgende Telegramme an den *deutschen Reichspräsidenten* von Hindenburg und den *österreichischen Bundespräsidenten Dr.* Hainisch kundgemacht:

„Herrn Reichspräsidenten von Hindenburg, Berlin.

Die in Hamburg zur 90. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte versammelten Wissenschaftler aus Deutschland und Österreich grüßen den Herrn Reichspräsidenten und geloben durch Förderung der Wissenschaft zum Wohle des Vaterlandes zu arbeiten.

gez.: v. Eiselsberg, Fitting, Aschoff, Rassow."

„Herrn Bundespräsidenten Dr. Hainisch, Wien.

Die aus Deutschland und Österreich zur 90. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte versammelten Teilnehmer übermitteln dem Herrn Bundespräsidenten ihre Grüße unter gleichzeitiger Bekräftigung ihres Willens, die Wissenschaft zum Ruhme des Vaterlandes zu fördern.

gez.: v. Eiselsberg, Fitting, Aschoff, Rassow."

Auf diese Telegramme sind folgende Antworten eingegangen:

„Den in Hamburg zur 90. Tagung versammelten deutschen Naturforschern und Ärzten danke ich für die freundlichen Grüße, die ich mit den besten Wünschen für ihre Arbeit zur Förderung der Wissenschaften herzlichst erwidere. von Hindenburg."

„Bundespräsident dankt verbindlichst für die freundliche Begrüßung und wünscht von ganzem Herzen, daß ihre Arbeit für deutsche Wissenschaft von vollem Erfolg begleitet sei.

Präsidentschaftskanzlei Wien."

Der Verlauf der *allgemeinen Sitzungen* entsprach dem Programm, das auf S. 5 ff. dieser Mitteilungen abgedruckt ist. Am Schluß der *dritten allgemeinen Sitzung* dankte der Vorsitzende, Herr Prof. Dr. v. Eiselsberg, im Namen der Gesellschaft allen Behörden und Männern, die sich um den Verlauf der Versammlung verdient gemacht hatten.

Auch die *Sitzungen der Hauptgruppen* hatten einen sehr befriedigenden Verlauf. Als Abänderung gegenüber der ursprünglichen Tagesordnung ist zu erwähnen, daß in der Sitzung der *naturwissenschaftlichen Hauptgruppe* an Stelle des durch eine Auslandsreise verhinderten Herrn Prof. Scherrer Herr Prof. Dr. Mark, Ludwigshafen, über „Die physikalischen Grundlagen der Naegelischen Micellartheorie" berichtete, und daß der Vortrag von Herrn Prof. Dr. Born, Berlin, wegen einer Studienreise des Redners nach Turkestan abgesetzt werden mußte.

Der *Wortlaut* der in den allgemeinen Sitzungen, sowie der in den Hauptgruppensitzungen gehaltenen *Vorträge* ist in einem *Sonderheft* der „Naturwissenschaften" abgedruckt worden.

Hier möchten wir noch erwähnen, daß im Anschluß an die allgemeinen Sitzungen eine Reihe von hochinteressanten *Filmvorführungen* im Hörsaal A der Universität gebracht wurde. Als solche seien genannt: Der neue „Wachstumsfilm" der J. G. Farben-Ind., A.-G., Werk Ludwigshafen. Der Film: „Die Leitung der normalen Geburt in der Klinik", aufgenommen von Herrn Priv.-Dozent Dr. v. Mikulitz-Radecki in der Universitäts-Frauenklinik des Herrn Prof. Dr. Stoeckel, Berlin. „Arabienfilm", aufgenommen von Herrn Dr. Karl Rathjens (Hamburger Weltwirtschaftsarchiv). „Normale und bösartige Zellen in vitro", aufgenommen von Herrn Dr. Fritz Demuth, Kaiser Wilhelm-Institut für Biologie, Dahlem. „Anatomischer Modellier-Unterricht", Film des Anatomischen Institutes des Herrn Prof. Dr. Poll, Hamburg.

Wegen der *geschäftlichen Sitzung* der Gesellschaft am 19. September 1928 verweisen wir auf die unten abgedruckte Niederschrift.

Die *Abteilungssitzungen* fanden teils in den Hörsälen der Universität und den zu ihr gehörigen Instituten, teils in anderen Räumen statt, die von der Hochschulbehörde, Oberschulbehörde und Gesundheitsbehörde in liebenswürdigster Weise zur Verfügung gestellt waren. Damit war zwar eine starke Zersplitterung der Sitzungen verbunden; es wurden aber die Schwierigkeiten des Besuches von verschiedenen Sitzungen für die Teilnehmer wesentlich dadurch gemindert, daß sie in den Hauptsitzungstagen freie Fahrt auf der Straßen- und Hochbahn hatten und daß die Kleinautos in Hamburg einen erfreulich niedrigen Tarif haben.

Die Auswahl der Vorträge, die die einzelnen Teilnehmer hören wollten, wurde wesentlich erleichtert durch das von dem Verlage Julius Springer in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellte *Vortragshandbuch*. In diesem Handbuch waren die *kurzen Inhaltsangaben* der Mehrzahl der Vorträge abgedruckt, so daß die Teilnehmer sich auf die Sitzungen vorzubereiten vermochten und die Aussprachen sich daher viel ergiebiger gestalteten.

Die Zahl der *kombinierten Sitzungen*, insbesondere solcher, die durch befreundete und angegliederte Vereine veranstaltet wurden, war wiederum recht beträchtlich. Es wird aber die Aufgabe späterer Versammlungen sein, solche Sitzungen, in denen die Vertreter der verschiedenartigsten Wissenzweige Gelegenheit zur Aussprache haben, noch mehr auszubauen. Der von dem Vorstand eingesetzte Reorganisationsausschuß wird sich auch mit dieser Aufgabe befassen.

Für *gesellige Veranstaltungen* war in Hamburg in fast überreichlicher Weise vorgesorgt worden. Hervorragend ästhetischen Genuß boten die *Orgelkonzerte*, die Herr Prof. Sittard in der großen St. Michaeliskirche veranstaltete, und die *Philharmonischen Konzerte*, die Herr Kapellmeister Eugen Papst in der Musikhalle brachte. Zu diesen *vier Konzerten* hatte der *Senat der Stadt Hamburg* die Gesamtheit der Teilnehmer eingeladen.

Außerdem folgten die Mitglieder des Vorstandes, und der Geschäftsführung, die Vortragenden in den großen Sitzungen und die einführenden Vorsitzenden der Abteilungen einer *Einladung des Senats* in die prächtigen Räume des Hamburger Rathauses, und einer *Einladung der Stadt Altona* in den herrlichen Jenisch-Park.

Ferner waren ein abendliches Beisammensein in der *Elbschloßbrauerei* und *Gesellschaftsabende mit Tanz* in dem Uhlenhorster Fährhaus und im Hotel Atlantic

vorgesehen, welch letztere durch einen prächtigen *Lampionkorso* auf der Alster verschönt wurden, und am Donnerstag abend trafen sich die Teilnehmer zu einem zwanglosen Zusammensein in den Räumen des *Stadtparkes*.

An den Nachmittagen fanden auch noch *Empfänge* auf *Schiffen* der *Hapag*, der *Hamburg-Südamerikalinie* und der *Woermannlinie* statt.

Zahlreich waren die *Ausflüge*, die am Schluß der Tagung teils zu Schiff, teils zu Eisenbahn an die Küstenorte, nach Helgoland und den friesischen Inseln, nach Lübeck und Schwerin, veranstaltet wurden. Bei dem guten Wetter war die Beteiligung auch hier überall eine große.

Besonders hervorheben möchten wir aber die *Fahrt* mit Extrazug nach *Kiel*, die am Freitag, den 21. September nachmittags begann. Fast der ganze Vorstand und hunderte von Teilnehmern mit ihren Damen nahmen an diesem Ausflug teil, der zu einem gewissen Grad einen Ersatz dafür bot, daß wir Kiel nicht als Versammlungsort hatten wählen können. Wir wurden im „Bellevue" durch den Oberbürgermeister und die Stadtvertretung aufs Liebenswürdigste bewillkommt. Am Sonnabend Vormittag fanden Besichtigungen des *Institutes für Weltwirtschaft und Seeverkehr*, sowie der *Preußischen Forschungsanstalten für Milchwirtschaft* nebst *Mustermeierei* statt.

Außerdem wurden folgende Vorträge gehalten: Dr. KIEFERLE, Weihenstephan: „Über den Jodgehalt der Milch und seine Abhängigkeit vom Jodgehalt der Futterpflanzen und des Jodbodens sowie der Beziehungen zum Kropf" und Physiker *Alexander Behm*: „Die Entstehung des Echolotes".

Am Nachmittag machten wir eine *Fahrt in See*, bei der wir nicht nur die Schönheit der Kieler Föhrde genossen, sondern auch eine *Minensprengung* und eine *Vernebelung* zu sehen bekamen, die die Reichsmarine veranstaltet hatte. Hieran schloß sich am Sonntagmorgen eine Fahrt nach *Kopenhagen*.

Auch in Hamburg hat sich die in Düsseldorf geschaffene Einrichtung der *populären Vorträge* sehr gut bewährt hat. Es sprachen die Herren: Prof. Dr. DEBYE, Leipzig: „Die Ultramikroskopie des Moleküls mit Hilfe von Röntgenstrahlen." Prof. Dr. Baron VON UEXKÜLL, Hamburg: „Welt und Umwelt". Geh.-Rat Prof. Dr. SCHLOSSMANN, Düsseldorf: „Gesundheit und Wirtschaft." Prof. Dr. VON FRISCH, München: „Die biologische Bedeutung von Blumenfarbe und Blütenduft." Geh. Rat Prof. Dr. ZUR STRASSEN, Frankfurt a. M.: „Bienenstaat und Menschenstaat."

Den Kollegen, die sich in den Dienst der guten Sache gestellt haben, sprechen wir auch an dieser Stelle noch den besten Dank aus.

Die 91. *Versammlung* wird im Jahre 1930 im äußersten Osten unseres Vaterlandes, in **Königsberg**, abgehalten werden. Wir sind sicher, daß sowohl der wissenschaftliche Ruf der Albertus-Universität, wie die Gastfreundlichkeit der Ostpreußen, wie die landschaftliche Schönheit der Grenzprovinz zahlreiche deutsche Naturforscher und Ärzte veranlassen wird, „nach Ostland zu fahren".

gez.: v. EISELSBERG. gez.: RASSOW.

Geschäftliche Sitzung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte zu Hamburg am 19. September 1928.

Vorsitzender: Prof. Dr. VON EISELSBERG.

Anwesend ferner vom Vorstand die Herren: Prof. Dr. FITTING, ASCHOFF, DUISBERG, SPEMANN, v. BRÜCKE, v. HABERER, KÖRBER, SCHLOSSMANN, M. HAHN, NOCHT, HUEBSCHMANN, RASSOW und 70 Mitglieder.

Der Vorsitzende eröffnet die Sitzung um 8 Uhr 30 Minuten; er stellt fest, daß die Sitzung den Satzungen entsprechend durch Anzeige im Deutschen Reichsanzeiger vom 13. Februar 1928 und in der Neuen Freien Presse vom 18. Februar 1928 einberufen worden ist.

Tagesordnung.

1. *Wahlen in den Vorstand:* a) zum 2. stellvertretenden Vorsitzenden wird Geheimrat Prof. Dr. CARL BOSCH, Heidelberg, gewählt. b) zu Mitgliedern des Vorstandes werden Prof. Dr. VON KLEBELSBERG, Innsbruck und Prof. Dr. MIESSNER, Hannover, gewählt. Als *Rechnungsprüfer* werden die Herren Dr. A. BERLINER und Prof. Dr. OTTO HAHN, Berlin, wiedergewählt.

2. In den *wissenschaftlichen Ausschuß* werden die nachstehend genannten Herren gewählt: a) *Naturwissenschaftliche Hauptgruppe:* Prof. Dr. TÖPLITZ, Bonn; Prof. Dr. KOHLSCHÜTTER, Bern; Prof. Dr. POHL, Göttingen; Prof. Dr. GERLACH, Tübingen; Prof. Dr. v. FRISCH, München; Prof. Dr. KNIEP, Berlin; Prof. Dr. SCHLENK, Berlin; Prof. Dr. KREBS, Berlin; Prof. Dr. v. DRYGALSKI, München; Prof. Dr. V. M. GOLDSCHMIDT, Oslo. b) *Medizinische Hauptgruppe:* 1. Prof. Dr. v. BERGMANN, Berlin (Charité); 2. Prof. Dr. BESSAU, Leipzig (Univ.-Kinderklinik); 3. Dr. BRAEUNING, Stettin (Tuberkulose-Krankenhaus); 4. Prof. Dr. BROEMSER, Basel (Physiolog. Institut); 5. Prof. Dr. HABERLING, Koblenz; 6. Prof. Dr. HUECK, Leipzig (Pathol. Institut); 7. Prof. Dr. RANZI, Innsbruck (Chirurg. Klinik); 8. Prof. Dr. UHLENHUTH, Freiburg i. B. (Hygien. Institut); 9. Prof. Dr. WIELAND, Heidelberg (Pharmakol. Institut). Als stellvertretender Vorsitzender der *naturwissenschaftlichen Hauptgruppe* ist Prof. Dr. KÜHN, Göttingen; in der *medizinischen Hauptgruppe* Prof. Dr. MATTHES, Königsberg i. Pr., gewählt worden.

3. Es liegen Einladungen für die Abhaltung der 91. Versammlung des Jahres 1930 vor von den Städten Dresden, Halle, Hannover, Königsberg, Koblenz, Magdeburg, Wiesbaden-Mainz, Wien, Karlsruhe, Danzig und Braunschweig. Vorstand und wissenschaftlicher Ausschuß schlagen vor, Königsberg i. Pr. zu wählen. Nach eingehender lebhafter Debatte wird beschlossen, Königsberg i. Pr. als nächsten Versammlungsort zu wählen.

Die Wahl der Geschäftsführer wird dem Vorstand übertragen; 1. Geschäftsführer wird Herr Prof. Dr. MATTHES sein, 2. Geschäftsführer Prof. Dr. MITSCHERLICH.

4. Herr Geheimrat Prof. Dr. C. DUISBERG erstattet den Kassenbericht für 1927 (vgl. S. 27) und einen vorläufigen Bericht für 1928. Die Versammlung nimmt mit herzlichem Dank für den Schatzmeister davon Kenntnis.

5. An Stelle des Schriftleiters, Dr. BERLINER, der abreisen mußte, berichtet Herr RASSOW über die „Organe" der Gesellschaft. Die Gesellschaft dankt dem Verlag Julius Springer für die Stiftung des *Vortragshandbuches* und nimmt Kenntnis von den Plänen für seine Vervollständigung bei der nächsten Versammlung.

6. a) Für die *Förderung wissenschaftlicher Arbeiten* sind im laufenden Jahr von den zur Verfügung stehenden 13600 RM. (3600 RM. Rest von 1927 und 10000 RM. von 1928) bisher 11000 RM. ausgezahlt worden. Für 1929

hat der Vorstand wieder 10000 RM. ausgeworfen. b) Die Zahl der *Mitglieder der Gesellschaft* ist auf über 7000 gestiegen. c) Laut Beschluß des Vorstandes soll im Laufe des Winters ein *Vorstandsbericht* herausgegeben und an alle Mitglieder verschickt werden. d) Die Versammlung dankt dem Verlage Julius Springer für die Stiftung des *Mitgliederverzeichnisses* im Jahre 1927. e) Eine Reihe von Vorschlägen zur *Verbesserung der Organisation der Gesellschaft* und der *Versammlungen* wird durch einen Ausschuß und den Vorstand beraten werden, so daß die Verbesserungen sich bei der nächsten Versammlung auswirken oder zum Beschluß erhoben werden können. f) Die Versammlung stimmt folgender Entschließung wegen der *Notgemeinschaft* deutscher Wissenschaft zu: „Die in Hamburg tagende 90. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte spricht Reichstag, Reichsrat „und Reichsregierung ihren Dank aus für die weitsichtige und tatkräftige Hilfe, die sie für die Anregung und „Förderung der Forschung in Deutschland durch das Mittel der Notgemeinschaft über das Maß dessen hinaus „geleistet haben, was die Länder für Wissenschaft, Technik und wissenschaftlichen Nachwuchs zu tun vermögen.

„Immer mehr entwickelt sich die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft zu einem unentbehrlichen „Glied in der Gesamtheit der Deutschen Kultur, ihr fällt die besondere Aufgabe zu, überall, wo wissenschaftliche „Forschungen sich anbahnen und neue Ideen sich regen, sie aufzunehmen und zu unterstützen. Die Notgemeinschaft „mit ihrer beweglichen und freien Organisation hat sich als segensreiches Mittel erwiesen, um die großen Aufgaben „der Wiederaufrichtung unserer Wirtschaft, der Erhaltung und Mehrung unserer Volkskraft, der Entwicklung „neuer Ideen für Technik und Industrie grundsätzlich zu fördern.

„Die 90. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte spricht die zuversichtliche Hoffnung aus, daß „die maßgebenden Stellen auch in Zukunft die Notgemeinschaft durch Gewährung der erforderlichen Mittel instand „setzen, ihre stets wachsenden Aufgaben zum Wohle des Volksganzen zu erhalten und so die Weltgeltung der „deutschen Wissenschaft zu sichern."

Schluß der Sitzung 9 Uhr 30 Minuten.

gez.: A. Eiselsberg, H. Fitting, L. Aschoff, H. Haberer, Brücke, zur Strassen, Spemann, Körber, C. Duisberg, M. Hahn, Nocht, Schlossmann, Huebschmann, B. Rassow.

Rechnungsabschluß 1927.

Bilanz per 31. Dezember 1927

	Mk.		Mk.
Effekten	44308,25	Vermögen	80000,—
Banken	43073,—	Rückstellungs-Kto. für wissenschaftliche Arbeiten	3700,—
Okendenkmünze	1,—	Vorausgezahlte Beiträge 1928	358,85
Verhandlungen	479,30	Kreditoren	220,32
Debitoren	3391,90	Vortrag 1926 1698,29	
90. Versammlung, Vorschüsse	8058,30	Überschuß 1927 13334,29	15032,58
	99311,75		99311,75

Gewinn- und Verlust-Rechnung

	Mk.		Mk.
Allgemeine Unkosten	7500,80	Vortrag 1926	61698,29
Reisespesen	1415,20	Mitglieder-Beiträge	32771,34
Honorare	7154,26	Zinsen	6633,21
Subventionen	10000,—		
Vermögen-Konto	60000,—		
Überschuß	15032,58		
	101102,84		101102,84

Vorstehende Bilanz nebst Gewinn- und Verlust-Rechnung haben wir geprüft und richtig befunden.
Berlin, den 14. Mai 1928. A. Berliner. Otto Hahn.

Erläuterungen.

Die Mitgliederzahl ist, wie in versammlungslosen Jahren meistens, nur unwesentlich gestiegen. Der Überschuß von Mk. 15032,58 übersteigt den Voranschlag um Mk. 8000,—, so daß man das finanzielle Ergebnis des abgelaufenen Geschäftsjahres als durchaus zufriedenstellend bezeichnen kann.

Ein für das Konto „Subventionen" ausgeworfener Betrag von Mk. 10000,— wurde nur mit Mk. 6300,— in Anspruch genommen, der Rest von Mk. 3700,— ist als Rückstellung für wissenschaftliche Arbeiten in Reserve gestellt.

Einnahmen. Von dem Vortrag des Jahres 1926 in Höhe von Mk. 61698,29 wurden beschlußgemäß Mk. 60000,— dem Vermögenskonto zugeführt, welches damit auf Mk. 80000,— anwächst. Der Rest von Mk. 1698,29 verblieb auf Gewinn- und Verlust-Konto als Vortrag für 1927.

Mitgliederbeiträge: Es gingen etwa Mk. 1500,— mehr Beiträge ein als im Vorjahre, insgesamt Mk. 32771,34.

Zinsen: Für Effekten-, Bank- und Kontokorrentzinsen wurden Mk. 6633,21 vereinnahmt.

Ausgaben: Allgemeine Unkosten: Dieses Konto enthält die Ausgaben für das Büro der Leipziger Geschäftsstelle, Verwaltungskosten der Chemie-Treuhand, Drucksachen und Porti, sowie die Versandkosten für das Mitgliederverzeichnis.

Reisespesen: Betreffen Sitzungs- und Tagegelder der Vorstandsmitglieder, sowie Reisespesen der Leipziger Geschäftsstelle.

Honorare: Vertragsgemäß erhielten die Herren Sekretäre insgesamt Mk. 7154,26 als Honorar.

Subventionen: Laut Beschluß des Vorstandes wurden
an 5 verschiedene Institute . . . . . Mk. 4100,—
und an 4 Hochschullehrer . . . . . „ 2200,—
Mk. 6300,—

Beiträge bzw. Zuwendungen für Forschungszwecke gezahlt.

Voranschlag für das Jahr 1928.

	Mk.		Mk.
Mitgliederbeiträge	32000,—	Allgemeine Unkosten	7500,—
Zinsen	6000,—	Honorar der Sekretäre	9000,—
		Chemie-Treuhand, Verwaltung	2000,—
		Unterstützung wissenschaftlicher Arbeiten	10000,—
		Reisespesen	3000,—
		Verschiedenes	1500,—
		Überschuß[1]	5000,—
	38000,—		38000,—

Bleichröderstiftung

Bilanz per 31. Dezember 1927

	Mk.		Mk.	Mk.
Effekten:		Rückstellungs-Konto	1500,—	
12000,— I.G.	13558,50	./. Restzahlung a. 2000,— I.G.-Aktien	1500,—	—,—
Chemie-Treuhand	9060,—	Überschuß 1926	21114,45	
		Überschuß 1927	1504,05	22618,50
	22618,50			22618,50

Gewinn- und Verlust-Rechnung.

	Mk.		Mk.
Allgemeine Unkosten	15,15	Vortrag 1926	21114,45
Überschuß	22618,50	Zinsen	1519,20
	22633,65		22633,65

Trenklestiftung

Bilanz per 31. Dezember 1927

	Mk.		Mk.
Chemie-Treuhand	1515,—	Vortrag 1926	1416,55
		Überschuß 1927	98,45
	1515,—		1515,—

Gewinn- und Verlust-Rechnung.

	Mk.		Mk.
Unkosten	0,75	Vortrag 1926	1416,55
Überschuß	1515,—	Zinsen	99,20
	1515,75		1515,75

Mitgliederbewegung:

Bestand der Mitglieder am 31. Dezember 1926		6547
Neuanmeldungen 1927		1208
		7755
gestorben	103	
ausgeschieden und gestrichen	533	636
Bestand am 31. Dezember 1927		7119

Beitragseinziehung:

Bestand der Mitglieder am 31. Dezember 1927	7119
davon lebenslängliche Mitglieder ohne Beitrag	71
	7048
mit den Zahlungen im Rückstand	419
danach verbleiben zahlende Mitglieder	6629

Druckfehlerberichtigung. Auf Seite 20 des laufenden Jahrgangs der „Mitteilungen", rechte Spalte, Zeile 23, ist das Postscheckkonto unserer Zahlstelle Chemie-Treuhand, G. m. b. H. Berlin, mit Nr. 73734 angegeben; es muß heißen Nr. 43734.

Zoologische Station in Neapel. *Gegenwärtig arbeiten an der Zoologischen Station:* Abolins (Riga), Ashbel (Jerusalem), Bergami (Napoli), Bertolini (Padova), Candura (Napoli), Canaviello (Napoli), Cotronei (Roma), D'Ancona (Roma), De Caro (Napoli), Della Valle (Napoli), Enriques (Napoli), Esaki (Tokio), Fenizia (Napoli), Geremicca (Napoli), Goggio (Napoli), Jucci (Napoli), Klencke (Essen), Levi (Turin), Loosli (Bern), Momigliano (Torino), Palombi (Napoli), Papa (Napoli), Pfister (Birmingham), Pierantoni (Napoli), Raja (Napoli), Rodio (Napoli), Runnström (Stockholm), Russo (Catania), Salfi (Napoli), Schewiakoff (Irkutsk), Schussnig (Wien), Schwartz (Karlsruhe), Staack (Marburg), Sulze (Leipzig), Tagliani (Napoli), Tauson (Perm), Torelli (Napoli), Ungaro (Napoli), Vessicchelli (Napoli), Zirpolo (Napoli).

In den nächsten Wochen werden erwartet: Botmann (Amsterdam), Brandt (Köln), Colosi (Siena), Epstein (Moskau), Erdmann (Berlin), Goldschmidt (Berlin-Dahlem), Heider (Berlin), Issel (Genova), Kestner (Hamburg), Koch (Breslau), Kühn (Göttingen), Netter (Kiel), Ries (Breslau), Scharrer (München), Schmidt (Moskau), Schwarz (Breslau), Skramlik (Jena), Spek (Heidelberg), Tonon (Padova), Tucker (Cambridge), Weber (Griesheim), Young (Cambridge).

[1] Hierzu kommt noch der evtl. Überschuß der 90. Versammlung.

für die Berechnung der normalen Konvektionsverluste hatte, war ich in der Lage, zu beweisen, daß die anomalen Werte der Wärmeabgabe, die ich früher an Wolframdrähten bei hohen Temperaturen in Wasserstoff beobachtet hatte, auf einer wirklichen Dissoziation beruhten. Und tatsächlich konnte ich so die Dissoziationswärme und den Dissoziationsgrad bei verschiedenen Temperaturen berechnen.

Um indessen diese Schlüsse sicherzustellen, mußte ich Messungen über die Wärmeabgabe in Gasen machen, die keinesfalls dissoziieren konnten, und unternahm daher Versuche mit erhitzten Wolframdrähten in Quecksilberdampf bei Atmosphärendruck. Etwas später untersuchte ich Stickstoff, um zu sehen, ob dieses Gas bei hohen Temperaturen dissoziiert, fand aber, daß das nicht der Fall sei. In diesen beiden Gasen konnten die Drähte viel längere Zeit auf Temperaturen dicht unterhalb des Schmelzpunktes gehalten werden, als es bei Erhitzung auf die gleichen Temperaturen im Vakuum möglich gewesen wäre. Die Verdampfung wurde also durch das Gas stark herabgesetzt, indem viele von den verdampften Wolframatomen nach Zusammenstößen mit den Gasmolekülen zum Drahte zurückkehrten.

Nunmehr war ich völlig vertraut mit all den unangenehmen Wirkungen, die Gase bei Kontakt mit Glühdrähten hervorbringen können, und wußte, unter welchen Bedingungen sie vermieden werden können. Insbesondere erkannte ich die Wichtigkeit der Vermeidung auch von fast unendlich kleinen Spuren von Wasserdampf. Als ich daher fand, daß Quecksilberdampf und Stickstoff eine ausgeprägte Verminderung der Verdampfung bewirken, kam mir der Gedanke, daß es möglich sein könne, einen Wolframdraht in Gas bei Atmosphärendruck zu betreiben und so eine große Lebensdauer zu erzielen. Natürlich würde es nötig sein, die Temperatur weit höher zu halten als diejenige, bei der der Draht im Vakuum betrieben werden kann, um auf diese Weise den bedeutenden Verlust an Nutzeffekt zu kompensieren, der von der Konvektion herrührt, und zwar durch die Steigerung des Nutzeffekts infolge der erhöhten Drahttemperatur. Ob die verstärkte Verdampfung infolge dieser Temperatursteigerung die von der Anwesenheit des Gases herrührende Verminderung der Verdampfung überkompensieren würde oder nicht, konnte lediglich durch das Experiment entschieden werden.

In Verbindung mit den Untersuchungen über die Wärmeabgabe von Drähten von verschiedenem Durchmesser bei Glühtemperaturen hatte ich gefunden, daß der Wärmeverlust nur sehr langsam mit dem Durchmesser anwuchs, so daß der Verlust pro Flächeneinheit bei einem dünnen Draht außerordentlich viel größer war als bei einem dicken. So würde z. B. ein Draht von $2{,}5 \times 10^{-3}$ cm Dicke, was einer gewöhnlichen 25 Wattlampe entspricht, in Stickstoff bei Atmosphärendruck und bei einer Temperatur von 2400° abs. 4,8 Watt/Kerze verbrauchen, hingegen im Vakuum nur 1 Watt/Kerze. Dieser große Verlust an Nutzeffekt kommt von der abkühlenden Wirkung des Gases. Um den Nutzeffekt der gasgefüllten Lampe dem der Vakuumlampe gleichzumachen, wäre es nötig, die Temperatur von 2400° abs. auf 3000° abs. zu steigern. Das aber würde eine Vermehrung der Verdampfung auf das 2000fache bewirken, eine Zunahme, die unmöglich durch die Verminderung der Verdampfung durch das Gas kompensiert werden kann.

Bei Drähten von viel größerem Durchmesser war indessen der Einfluß des Gases bezüglich der Abnahme des Nutzeffektes nicht entfernt so ausgeprägt. Wir konstruierten daher eine Lampe mit Drähten von großem Durchmesser in Form einer einzelnen Schleife und füllten diese Lampen mit Stickstoff von Atmosphärendruck. Wir betrieben die Lampen bei so hoher Drahttemperatur, daß der Nutzeffekt sich trotz der Anwesenheit des Gases auf etwa 0,8 Watt/Kerze belief anstatt der üblichen 1 Watt/Kerze, auf die wir unsere Vakuumlampen prüften. Zu unserer Enttäuschung mußten wir bemerken, daß diese Lampen viel schneller geschwärzt wurden als Vakuumlampen von ähnlichem Nutzeffekt; so war die Lebensdauer dieser Lampen nur gering.

Dieses Ergebnis, das wohl die meisten Lampeningenieure erwartet haben würden, schien zu beweisen, daß die zur Kompensation der Wärmeverluste durch das Gas erforderliche Temperaturerhöhung die Verdampfung um einen größeren Betrag heraufsetzte, als die Verminderung der Verdampfung durch das Gas diese herabsetzte. Wäre ich nicht früher mit dem Verhalten verschiedener Gase so vertraut geworden, hätte es leicht dahin kommen können, daß dieses entmutigende Ergebnis jedem weiteren Experimentieren in dieser Richtung ein Ziel gesetzt hätte. Indessen bemerkte ich, daß die Lampe während ihrer kurzen Lebensdauer *schwarz* geworden war, während ich nach meiner Kenntnis von der Wechselwirkung zwischen Wolfram und Stickstoff das Auftreten eines Niederschlages von hellbrauner Färbung erwartet hätte. Meines Erachtens konnte der schwarze Niederschlag daher nur *eine* Ursache haben, nämlich Wasserdampf, obgleich wir zur Vermeidung von Wasserdampf Vorsichtsmaßregeln getroffen hatten, die wohl größer waren, als sie je vorher bei der Bereitung trockener Gase und Glasoberflächen angewendet worden waren. Das veranlaßte uns zu noch verschärften Maßnahmen und zur Verwendung noch größerer Gefäße, so daß die Glaswände durch die von dem Draht ausgehende Konvektion in dem Gase nicht überheizt werden konnten. Wir waren dann bald imstande, Lampen herzustellen mit einer Lebensdauer von mehr als 1000 Stunden und einem Nutzeffekt, der um 30—40 % besser war als mit Drähten im Vakuum. Beim Rückblick auf diese Experimente scheint es mir ein glücklicher Zufall, daß wir damals keinen Vorrat an Argon zu unserer Verfügung hatten. Aus theoretischen Überlegungen hatte ich geschlossen,[1] daß Argon besser sein werde als Stickstoff, und hätte

ich Argon gehabt, so hätte ich es deshalb wohl zuerst damit versucht. Wären diese Lampen durch Spuren von Wasserdampf schwarz geworden, so hätte ich das selbstverständlich auf die verstärkte Verdampfung infolge der hohen Temperaturen geschoben, und ich hätte keine Veranlassung zu dem Verdachte gehabt, daß die Ursache dieser Störung Wasserdampf sei. Denn es ist klar, daß man in Argon einen braunen Niederschlag in keinem Falle erwartet hätte.

Die Lampen, die wir so mit erhöhtem Nutzeffekt herstellen konnten, beschränkten sich auf die Typen mit einer Belastung von 5 Ampere und darüber, sodaß diese Methode für 110-Voltlampen mit weniger als 500 Watt nicht anwendbar waren. Etwas später kam ich indessen darauf, daß die mit dem großen Drahtdurchmesser verbundenen Vorteile auch mit dünneren Drähten erzielt werden könnten, wenn man dem Draht die Form einer Schneckenlinie gab, deren Windungen man dicht aneinanderlegte. Auf diese Weise und durch die Verwendung verbesserter Wolframdrähte, die bei hohen Temperaturen nicht so leicht sintern, und von Argon statt Stickstoff ist es Schritt für Schritt möglich geworden, gasgefüllte Lampen herunter bis zu 40 oder 50 Watt zu konstruieren, die besser sind als Vakuumlampen. Wesentlich besser als die Vakuumlampen sind zwar diese kleineren Lampen im Nutzeffekt nicht, sie haben aber den Vorzug, ein viel weißeres Licht zu geben. Bei den größeren Lampen wird der Nutzeffekt durch die Gasfüllung im Verein mit der besonderen Konstruktion der Lampe mehr als verdoppelt.

Die Erfindung der gasgefüllten Lampe ist demnach eine nahezu unmittelbares Ergebnis von Versuchen, die zur Untersuchung atomistischen Wasserstoffs angestellt wurden. Nichts als diesen hatte ich im Auge, als ich anfing, Wolframdrähte in Gasen bei Atmosphärendruck zu erhitzen. Selbst zu der Zeit, wo ich diese Versuche bei höheren Drucken machte, wären sie mir unnütz erschienen, wenn mein eigentliches Arbeitsziel die Verbesserung der Wolframlampe gewesen wäre.

Ich hoffe, ich habe Ihnen die wichtige Rolle verständlich gemacht, die ein in geeigneter Weise ermutigter wissenschaftlicher Wissensdrang in der technisch-wissenschaftlichen Forschung spielen kann. Das von mir hierfür gegebene Beispiel bildet keineswegs einen Sonderfall, sondern ist nur eines unter vielen.

Viele Laboratorien industrieller Unternehmungen sind dem Beispiel Dr. WHITNEYS gefolgt, indem sie einen ziemlich großen Teil ihrer Tätigkeit solchen rein wissenschaftlichen Forschungen widmeten. Gewisse Persönlichkeiten werden nicht dafür haftbar gemacht, daß ihre Arbeit praktische Anwendungsmöglichkeiten zeitigt. Vielmehr haben sie volle Freiheit, sich grundlegender wissenschaftlicher Forschung hinzugeben. Nur diejenigen Laboratorien der Technik, die sich zu dieser Politik bekannt haben, werden in der Regel imstande sein, Männer des für diese Art von Arbeit geeigneten Schlages für ihre Zwecke zu gewinnen. Indessen glaube ich nicht, daß die wachsende Popularität dieser Forschungsart lediglich darauf beruht, daß man sie als gewinnbringend erkannt hat. Mir scheint vielmehr, daß die Mehrzahl der auf dem Gebiet technischer Forschung führenden Persönlichkeiten diese Methode im Rahmen der finanziellen Möglichkeiten deshalb bereitwillig aufgreift, weil sie tief von der Schuld durchdrungen sind, in der die Technik gegenüber der reinen Wissenschaft der Vergangenheit steht, und weil die heutige Auffassung vom „Dienst am Ganzen" (service) und der wachsende Korpsgeist der amerikanischen Industrie sie glücklich macht über jede Gelegenheit, zum wissenschaftlichen Fortschritt beizutragen. Ich weiß persönlich, daß solche Beweggründe der Leitstern Dr. WHITNEYS in der von ihm übernommenen Führerschaft gewesen sind.

Ich bin überzeugt, daß sich in der nächsten Zukunft der Bedarf der Technik an Männern mit wissenschaftlicher Schulung, die imstande sind, selbständiger zu denken, stark heben wird.

Zuschriften.

Der Herausgeber bittet, die *Zuschriften* auf einen Umfang von *höchstens* einer Druckspalte zu beschränken, bei längeren Mitteilungen muß der Verfasser mit Ablehnung oder mit Veröffentlichung nach längerer Zeit rechnen.
Für die Zuschriften hält sich der Herausgeber nicht für verantwortlich.

Zur Kenntnis des Vergütungsvorganges in Legierungen.

Der Vorgang der Entmischung übersättigter β(Cu-Zn)-Mischkrystalle durch Alterung bei verschiedenen Temperaturen.

Der als Vergütung bezeichnete Vorgang in Legierungen ist mit einer Reihe von anomalen Eigenschaftsänderungen verbunden, von denen die Erhöhung der Härte und Festigkeit die zuerst und am häufigsten studierte ist. Es unterliegt wohl keinem Zweifel mehr, daß diese beim Altern (bei Raumtemperatur oder erhöhter Temperatur) von Legierungen, die aus übersättigten Mischkrystallen bestehen, hervorgerufenen Härte- und Festigkeitssteigerungen durch die hochdisperse Ausscheidung der gelösten Krystallart hervorgerufen werden. Dabei braucht die gelöste Krystallart nicht unbedingt härter als die lösende zu sein; die Härtung ist nur an einen gewissen Dispersitätsgrad der sich ausscheidenden Krystallart gebunden und wird offenbar durch Erhöhung des Gleitwiderstandes — als Folge dieser Ausscheidung — verursacht. Sehr wesentlich gestützt wird die Ausscheidungstheorie[1] durch die Ergebnisse der röntgenometrischen Untersuchungen von E. SCHMID und G. WASSERMANN[2] an Duralumin,

[1] P. D. MERICA, R. G. WALTENBERG und J. R. FREEMANN, Bureau of Standards Sci. Paper 1919, Nr 337.
[2] E. SCHMID und G. WASSERMANN, Naturwiss. 14, 980 (1926).

sowie von G. MASING und Mitarbeitern[1] an Be-Cu-Legierungen und durch die an einer Reihe von gealterten Legierungen beobachteten Gefügeänderungen.

Im Gegensatz zur Ausscheidungstheorie steht jedoch die zuerst von W. FRAENKEL, R. SENG und E. SCHEUER[2] festgestellte Widerstands*erhöhung* bei der Alterung des Duralumins bei Raumtemperatur, da bei der Entmischung von übersättigten Mischkrystallen im Falle des Duralumins eine Widerstands*abnahme* zu erwarten ist. Wird Duralumin dagegen bei erhöhter Temperatur gealtert, so fällt der Widerstand nach einem anfänglichen Anstieg — wie eigene Versuche zeigten — im Sinne der Ausscheidungstheorie. Dem Duralumin analog verhalten sich die von O. DAHL[3] untersuchten Be-Cu-Legierungen. In beiden Fällen ändern sich also Härte und Widerstand zeitlich unabhängig voneinander. Im Gegensatz dazu fällt bei den Cu-Ag[4]- und Sb-Pb[5]-Legierungen der Widerstand unmittelbar nach dem Beginn der Alterung. Danach erscheint es möglich, daß in allen Fällen, in denen intermediäre Krystallarten beteiligt sind, also starke Gitteränderungen eintreten, im Anfangsstadium der Vergütung eine Erhöhung des Widerstandes auftritt,

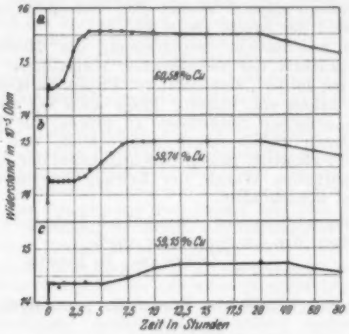

Fig. 1. Änderung des elektrischen Widerstandes von abgeschrecktenCu-Zn-Legierungen durch Altern bei 200°

während bei reinen Komponenten oder Grenzmischkrystallen ein sofortiger Widerstandsabfall erfolgt. Das bisher vorliegende Tatsachenmaterial reicht jedoch noch nicht aus.

Um in den Vorgang der beginnenden hochdispersen Entmischung übersättigter Mischkrystalle tiefer einzudringen, wurden vom Unterzeichneten Alterungsversuche mit Cu-Zn-Legierungen des ($\alpha + \beta$)-Gebietes, die bei hohen Temperaturen aus β-Mischkrystallen bestehen, bei Temperaturen zwischen 100° und 400° ausgeführt. Von Zeit zu Zeit wurde die Alterung unterbrochen und Härte und Widerstand gemessen. Besonderer Wert wurde auf die Bestimmung der Widerstandsänderung am Anfang der Alterung gelegt.

[1] G. MASING, O. DAHL und E. KOCH-HOLM, Tagung d. dtsch. Ges. f. Metallk. in Dortmund 1928.

[2] W. FRAENKEL und R. SENG, Z. f. Met. **12**, 225 bis 237 (1920); W. FRAENKEL und E. SCHEUER, ebenda **14**, 49—58 (1922).

[3] O. DAHL, Z. f. Met. **20**, 22—24 (1928).

[4] W. FRAENKEL u. P. SCHALLER, Z. f. Met. **20**, 237 bis 243 (1928).

[5] R. S. DEAN, L. ZICKRICK und F. C. NIX, Trans. Amer. Inst. Min. Met. Eng. **73**, 505—529 (1926).

Es hat sich gezeigt, daß stets zunächst eine Widerstandszunahme[1] eintritt, die nach dem Verlauf der Leitfähigkeitsisothermen auch normalerweise zu erwarten ist. Diese Wiederstandszunahme verläuft in zwei deutlich voneinander zu unterscheidenden Schritten. Der erste Teil der Widerstandszunahme ist bereits nach sehr kurzer Anlaßdauer beendet und ist offenbar von der Alterungstemperatur wenig abhängig. Die zweite, bedeutend langsamer verlaufende Widerstandszunahme, deren Größe, Beginn und Ende von der Alterungstemperatur abhängt, läuft im großen

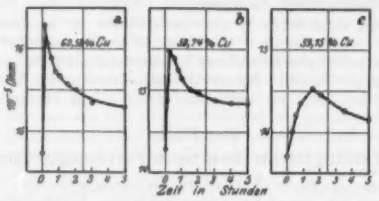

Fig. 2. Änderung des elektrischen Widerstandes von abgeschreckten Cu-Zn-Legierungen durch Altern bei 250°.

und ganzen mit der Härte parallel, jedoch mit der Einschränkung, daß bei gleichzeitiger Zunahme von Härte und Widerstand der Anstieg des Widerstandes meistens früher beendet ist. Nach dem ersten sprunghaften Anstieg bleibt der Widerstand eine mit Zusammensetzung und Alterungstemperatur wechselnde Zeit konstant, doch wurde auch häufig eine Abnahme beobachtet, besonders deutlich beim Altern einer Legierung mit 57,48% Cu bei 250°. Die gesamte Widerstandszunahme ist 1. bei gleicher Alterungstemperatur um so größer, je übersättigter der Mischkrystall und 2. bei gleicher Zusammensetzung um so größer, je höher die Alterungstemperatur ist[2]. Die darauf folgende — im vorliegenden Falle anomale — Widerstandsabnahme tritt um so früher ein, je über-

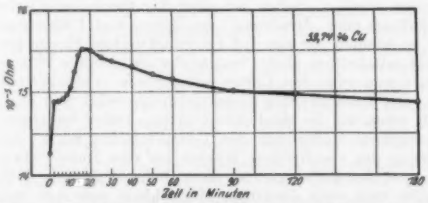

Fig. 3. Änderung des elektrischen Widerstandes einer abgeschreckten Cu-Zn-Legierung durch Altern bei 250° (vgl. Fig. 2b).

sättigter der Mischkrystall (bei gleicher Alterungstemperatur) und je höher die Alterungstemperatur (bei gleicher Zusammensetzung) ist (Fig. 1—3). Der Endwert bleibt jedoch immer oberhalb des Anfangswertes, da die Legierungen im Gleichgewichtszustand einen *höheren* Widerstand haben als im abgeschreckten Zustand. Vergleicht man Fig. 2b und Fig. 3 miteinander, so zeigt sich, daß der Übergang von der

[1] Im Gegensatz zu W. FRAENKEL und H. BECKER, Z. f. Met. **15**, 103—105 (1923).

[2] Sofern sie unter 300° liegt, da dann der den Widerstandsabfall verursachende Vorgang überwiegt.

ersten zur zweiten Widerstandszunahme verloren geht, wenn die Messungen in zu langen Zeitabständen ausgeführt werden.

Die Untersuchung hat gezeigt, daß bei den Cu-Zn-Legierungen die umgekehrten Verhältnisse gelten wie bei den bisher untersuchten Legierungen und daß die Widerstandsänderung, die die hochdisperse Ausscheidung begleitet, verwickelter sein kann als bisher bekannt war. In Zukunft ist bei ähnlichen Untersuchungen an anderen Systemen, besonders bei Beginn der Vergütung, auf eine große Anzahl Messungen in kurzen Intervallen Wert zu legen.

Eine eingehende Besprechung bleibt der an anderer Stelle erscheinenden Veröffentlichung vorbehalten. Untersuchungen an anderen Legierungen sind im Gange.

Berlin-Dahlem, Kaiser Wilhelm-Institut für Metallforschung, den 22. September 1928. M. HANSEN.

Die Rolle der Leitungselektronen beim Ferromagnetismus.

Das anomale Verhalten ferromagnetischer Substanzen bei den magnetomechanischen Erscheinungen läßt vermuten, daß nicht das Bahnmoment, sondern das „Spin"-moment des Elektrons für den Ferromagnetismus verantwortlich ist.

Nun kann man die Frage aufstellen: *Welches Elektron spielt hier die Rolle des Elementarmagnets, das im positiven Ion des Metalls gebundene Elektron oder das sog. „freie" oder Leitungselektron?* Diese Frage ist deshalb zulässig, da doch alle uns bisher bekannten Ferromagnetika metallische Leiter sind.

Wir suchten diese Frage auf experimentellem Wege nachzuprüfen. Dabei stützten wir uns auf folgende Überlegungen. Der Ferromagnetismus wird durch ein Zusammenwirken der Elementarmagnete bewirkt, welches beim Curiepunkt durch die Wärmebewegung vernichtet wird. Deshalb erleidet auch die spezifische Wärme der Elementarmagnete eine sprungartige Änderung beim Curiepunkt. Eine derartige Änderung der spezifischen Wärme ist auch wirklich bei den ferromagnetischen Substanzen schon calorimetrisch gemessen worden. Sehen wir aber das ferromagnetische Metall als eine „Mischung" von Ionen und Elektronen an, so können wir aus den calorimetrischen Messungen *nicht* entscheiden, ob der Sprung der spezifischen Wärme den Ionen oder den Leitungselektronen zuzuschreiben sei. Die Entscheidung dieses Problems wäre nun möglich, wenn wir die Möglichkeit hätten, außer den calorimetrischen Messungen des Gesamteffekts noch den Sprung der spezifischen Wärme bei den Ionen allein oder bei den Leitungselektronen allein zu messen. Nun ergibt sich eine derartige Möglichkeit aus den rein thermodynamischen Überlegungen, die seinerzeit W. THOMSON bei den thermoelektrischen Erscheinungen entwickelt hatte. Wenden wir diese Überlegungen auf einer Leiterkreis an, der aus zwei Metallen A und B besteht, so erhalten wir die Gleichung

$$\varepsilon T \frac{d^2 E}{d T^2} = \sigma_A - \sigma_B$$

[ε-Ladung des Elektrons, E = die thermoelektrische Spannungsdifferenz, T = abs. Temperatur, σ_A und σ_B die entsprechenden spezifischen Wärmen der Leitungselektronen (pro Elektron)]. Ist z. B. das A-Metall ein ferromagnetisches Metall, das B-Metall aber ein nichtferromagnetisches, so läßt sich durch die Messung von $\left(T \frac{d^2 E}{d T^2}\right)$ der evtl. existierende Sprung des spezifischen Wärme σ_A beim Curiepunkt beobachten.

Wir haben nun sorgfältige Messungen des thermoelektrischen Verhaltens des *Ni* gegenüber *Cu* und *Pt* angestellt und $\left(T \frac{d^2 E}{d T^2}\right)$ im Temperaturintervall von 220° bis 460° (der Curiepunkt liegt ungefähr bei 360°) ausgemessen.

Das Ergebnis unserer Messungen läßt sich nun folgendermaßen zusammenfassen:

Die spezifische Wärme der Leitungselektronen des metallischen Ni erleidet beim Curiepunkt eine sprungartige Änderung, die sowohl der Richtung nach als auch der Größe nach (pro Elektron) dem calorimetrisch gemessenen Sprung der spezifischen Wärme des Ni-Metalls (pro Atom) identisch ist. Das bedeutet also, daß der Sprung der spezifischen Wärme, der beim *Ni*-Metall calorimetrisch gemessen wird, ausschließlich den Leitungselektronen zuzuschreiben ist. Die zusätzliche spezifische Wärme, die dem ferromagnetischen Körper unterhalb des Curiepunktes innewohnt und, wie P. WEISS gezeigt hat, von der gegenseitigen Energie der Elementarmagnete herrührt, gehört den Leitungselektronen.

Somit muß notwendigerweise der Schluß gezogen werden, daß ***die Leitungselektronen beim Ni die Rolle der Elementarmagnete spielen*** und daß ihre Anzahl der Anzahl der Atome gleich ist.

Eine ausführliche Beschreibung der Messungen und Diskussion der theoretischen Folgerungen wird demnächst in der „Zeitschrift für Physik" erscheinen.

Wir haben vor, dieselbe Frage auch bei anderen ferromagnetischen Substanzen zu prüfen; die bisher vorhandenen Daten zeigen ausdrücklich, daß beim *Fe* und *Co* ebenfalls (wenigstens qualitativ) der Sprung der spezifischen Wärme der Leitungselektronen beobachtet werden kann.

Leningrad-Sosnovka, Physikalisch-Technisches Laboratorium, den 25. September 1928.

J. DORFMAN. R. JAANUS.

Zur stereochemischen Spezifität proteolytischer Enzyme.

Seit den Untersuchungen EMIL FISCHERS gilt als gesichert, daß für die Spaltbarkeit von Peptiden die sterische Konfiguration der an ihrem Aufbau beteiligten Aminosäurereste maßgebend sei, da nur die aus den natürlich vorkommenden Aminosäureantipoden aufgebauten Peptide enzymatisch zerlegbar gefunden wurden. Die Auswahl der bisher auf ihre enzymatische Spaltbarkeit geprüften racemischen oder optisch-aktiven Peptide scheint indessen unzureichend gewesen zu sein. Aus Beobachtungen über die tryptische Hydrolyse eines tyrosinhaltigen Tripeptides, des d, l-Leucyl-glycyl-l-tyrosins, sowie seiner Vorstufe bei der Synthese, des d, l-Bromisocapronyl-glycyl-l-tyrosins, geht hervor, daß die Hydrolyse dieser beiden Körper durch Trypsinkinase, die mit der Abspaltung des Tyrosins ihr Ende findet, jeweils die beiden optischen Antipoden der Racemate, also auch die den d-Leucinrest enthaltende Komponente betrifft; die Hydrolyse des Tripeptides durch Erepsin, die von der freien Aminogruppe her einsetzt, nimmt dagegen einen asymmetrischen Verlauf. Für die Angreifbarkeit durch Trypsin, das sich zur Anlagerung an das Substrat der freien Carboxylgruppe bedient, scheint danach die Konfiguration der der spaltbaren Peptidbindung nicht benachbarten Aminosäurereste belanglos zu sein. Es wird zu prüfen sein, ob die nämliche Erscheinung einer symmetrischen Hydrolyse in anderen Fällen auch für die Wirkung des Erepsins wahrzunehmen ist, nämlich dann, wenn

der racemische Aminosäurerest an der spaltbaren Peptidbindung nicht beteiligt ist. So ergäbe sich die Möglichkeit, beispielsweise durch Veränderungen in der Anordnung des racemischen Bausteins in Peptiden oder ihrer Derivaten zu entscheiden, ob und wo eine Reaktion des Peptids mit der spezifischen substratspaltenden Gruppe des Enzymmoleküls erfolgt, die man nach den am Beispiel der Saccharase entwickelten Anschauungen H. v. Eulers neben der substratbindenden Gruppe zu unterscheiden hätte. Die nähere Untersuchung der stereochemischen Auslese proteolytischer Enzyme[1], deren Auswertung in der angedeuteten Richtung wir uns vorbehalten möchten, scheint geeignet, zur Frage nach der Anzahl der Haftstellen dieser Enzyme bei der Reaktion mit ihren Substraten beizutragen.

Prag, Institut für Biochemie der Deutschen Technischen Hochschule, den 7. Oktober 1928.

E. Waldschmidt-Leitz und H. Schlatter.

Zur Theorie der Blutgerinnung.

Für das Verständnis des Vorganges der Blutgerinnung, dessen Deutung bis jetzt eine strittige war, hat sich die Verwertung der neueren Erfahrungen über die Spezifität proteolytischer Enzyme und die Untersuchung der Spezifität gerinnungshemmender Stoffe als wesentlich erwiesen. Von den natürlich vorkommenden gerinnungshemmenden Stoffen ist das Hirudin der Blutegel einer der bekanntesten. Unter den Eigenschaften dieses Stoffes, den wir weitgehend gereinigt haben, ist seine spezifische Unbeständigkeit gegenüber gewissen proteolytischen Enzymen bemerkenswert; seine gerinnungshemmende Wirkung verschwindet unter der Einwirkung von Pepsin und von Trypsinkinase, während sie durch nichtaktiviertes Trypsin wie durch Erepsin nicht beeinflußt wird. Es ist daraus zu folgern, daß das Hirudin im chemischen Charakter, den man von jeher als den eines Eiweißabkömmlings angesehen hat, anderen durch Pepsin oder durch Trypsinkinase spaltbaren Substraten nahe steht. Seine gerinnungshemmende Wirkung, die nach den Untersuchungen von P. Morawitz und von A. Gratia auf einer Reaktion mit dem Thrombin, dem Enzym der Blutgerinnung, beruht, ist nach unseren Befunden zu verstehen als eine Hemmung des Thrombins durch Affinität. Diese Auffassung des Thrombins als eines proteolytischen Enzyms wird weiter gestützt durch die Beobachtung, daß eine große Anzahl natürlich vorkommender wie auch synthetischer, durch Pankreastrypsin spaltbarer Stoffe zugleich in ausgeprägtem Maße die Fähigkeit zur Hemmung der Blutgerinnung besitzt, eine Eigenschaft, die bei anderen proteolytischen Substraten, beispielsweise bei den nur durch Erepsin spaltbaren, nicht zu bemerken ist. Danach ist also in einer großen Anzahl von Beispielen die Spaltbarkeit eines Substrates durch Trypsinkinase mit der Fähigkeit zur Hemmung der Blutgerinnung verbunden; so gehören zu den gerinnungshemmenden Stoffen natürliche Proteine wie Zein, Histon oder die Protamine, ferner synthetische Trypsinsubstrate wie acylierte Dipeptide (Benzoyl-di-glycin, Phthalyl-di-glycin, Benzoyl-glycyl-tyrosin), während die diesen entsprechenden Dipeptide selbst (Glycyl-glycin, Glycyl-tyrosin), spezifische Substrate des Erepsins, oder auch acylierte Aminosäuren (Benzoyl-glycin) ohne hemmenden Einfluß auf die Blutgerinnung sind.

Die Schlußfolgerung, es sei die Blutgerinnung ein proteolytischer Prozeß und das Enzym der Blutgerinnung, Thrombin, ein proteolytisches Enzym, wird überzeugend durch den Nachweis, daß von den von uns untersuchten proteolytischen Enzymen Pepsin, Trypsinkinase, Trypsin, Erepsin und Papain ausschließlich das aktivierte Pankreastrypsin, Trypsinkinase, die Fähigkeit besitzt, die Blutgerinnung zu beschleunigen. So beobachten wir mit proteolytisch einheitlicher Trypsinkinase eine Herabsetzung der Gerinnungsdauer von 4 ccm Ziegenblut von 10 auf 4,25 Minuten mit 0,05 Trypsineinheiten [T.-(e.)], auf 2,5 Minuten mit 0,1, auf 1,25 Minuten mit 0,2 und auf 1,0 Minuten mit 0,5 T.-(e.), während wir die Gegenwart der übrigen angeführten Enzyme ohne Einfluß auf die Gerinnungsdauer finden. Nach der übereinstimmenden Spezifität scheint daher das Enzym der Blutgerinnung mit dem Pankreastrypsin verwandt, wenn nicht identisch zu sein, eine Auffassung, für die auch die Ähnlichkeit des spezifischen Aktivierungsvorgangs in beiden Fällen zu sprechen scheint. Die Erklärung der Blutgerinnung als eines spezifischen proteolytischen Vorganges wird man nach den angeführten Ergebnissen nicht mehr zu bezweifeln haben; der chemische Nachweis der Proteolyse dürfte nur an der Geringfügigkeit des hydrolytischen Umsatzes und an der verhältnismäßigen Unempfindlichkeit der hierfür zur Verfügung stehenden Meßmethoden bisher gescheitert sein.

Eine ausführlichere Mitteilung unserer Versuchsergebnisse wird demnächst zur Veröffentlichung gelangen.

Prag, Institut für Biochemie der Deutschen Technischen Hochschule, den 7. Oktober 1928.

E. Waldschmidt-Leitz, P. Stadler und F. Steigerwaldt.

Ein neues Bandensystem des CO.

Im Anschluß an meine Untersuchungen über die elektrodenlose Ringentladung in Stickstoff[1] wurde auch das dem Stickstoff in vieler Hinsicht so ähnliche Kohlenoxyd mit derselben Anordnung untersucht. Bei schwacher Anregung (kleine Funkenlänge) und etwa 1 mm Druck besteht das Spektrum der ziemlich lichtschwachen Entladung im sichtbaren Gebiet vornehmlich aus den bekannten Ångström-Banden, die auch in gewöhnlichen Geißlerröhren bei nichtkondensierter Entladung auftreten. Die Entdecker dieser Banden, Ångström und Thalen, unterschieden 2 Gruppen *a* und *b* bei diesen Banden[2]. Auf den von mir erhaltenen Aufnahmen sind nun die Banden der Gruppe *a* sehr intensiv, während die Gruppe *b* vollständig fehlt. Dafür tritt eine andere Gruppe von Banden auf mit Wellenlängen in der Nähe der Gruppe *b*. Die Feinstruktur dieser Banden ist, soweit sich das mit der benutzten Dispersion (30—10 Å.E./mm) beurteilen läßt, ähnlich der der Ångströmbanden, ebenso das sonstige Verhalten, Abhängigkeit von den Entladungsbedingungen und Intensitätsverteilung über den Röhrenquerschnitt, so daß der Schluß naheliegt, daß die gefundenen Banden zum System der Ångströmbanden gehören. Dies erweist sich jedoch nicht als richtig.

[1] G. Herzberg, Ann. Physik **86**, 189 (1928); Z. Physik. **49**, 512, 761 (1928).

[2] Siehe H. Kayser, Handbuch der Spektroskopie V.

[1] Zufolge einer Privatmitteilung von Herrn Geh.-Rat Prof. Dr. E. Abderhalden, Halle a. S., an den einen von uns wird über ähnliche Beispiele symmetrischer Hydrolyse von Peptiden in einer im Erscheinen befindlichen Abhandlung aus seinem Institute bereits berichtet.

Die Ångströmbanden sind vor einiger Zeit von BIRGE[1] in ein Kantenschema geordnet worden. Dabei zeigte sich, daß der Endzustand derselben mit dem Anfangszustand der 4. positiven Gruppe von CO übereinstimmt. Die *a*-Banden entsprechen dabei dem Wert $n' = 0$, die *b*-Banden dem Wert $n' = 1$ der Schwingungsquantenzahl des Anfangszustandes. Es zeigt sich nun zwar, daß die Frequenzdifferenzen der neuen Banden mit denen der *a*- und mit denen der *b*-Banden übereinstimmen, daß also der Endzustand derselbe ist, d. h. auch identisch mit dem Anfangszustand der 4. positiven Gruppe. Wie gut diese Übereinstimmung ist, erkennt man aus der Konstanz der Zahlen der 5. Spalte der unten folgenden Tabelle. Die Abweichungen liegen vollkommen innerhalb der Fehlergrenze (bei diesen vorläufigen Messungen $\pm$ 0,5 Å.E.). Es ist nun jedoch nicht möglich, den neuen Banden im Kantenschema der Ångströmbanden einen passenden Wert von n' zuzuerteilen. Die konstante Differenz der neuen Banden gegenüber den Banden der Gruppe *a* (s. Spalte 5 der Tabelle) ist nämlich 5004 cm^{-1}, während sie für die verschiedenen Gruppen $n' = \text{const.}$ der Ångströmbanden nach der Kantenformel von BIRGE $= 2158\,n' - 76\,n'^2$ ist. Daraus würde sich $n' = 2{,}5$ ergeben, was natürlich nicht möglich ist. Auch durch Umänderung des Kantenschemas der Ångströmbanden läßt sich, soweit ich sehe, keine Einordnung der neuen Banden herbeiführen. Deshalb und auch wegen des besonderen Verhaltens dieser Banden, da sie eben nur unter den benutzten besonderen Bedingungen auftreten, muß man annehmen, daß der Anfangszustand derselben ein neuer von dem der Ångströmbanden abweichender Elektronenzustand des CO-Moleküls ist, den man im Anschluß an die Bezeichnungsweise von BIRGE vielleicht mit *C* bezeichnen kann. Derselbe liegt bei 91 898 cm^{-1}, er ist also sicher verschieden von dem bei 92 086 cm^{-1} liegenden Zustand *c*, dem Anfangszustand der 3 *A*-Banden der 3. positiven Gruppe[2].

Tabelle 1.

n'—n''	λ	ν	ν ber. für Gruppe a	$\Delta\nu$
0—0			22 157	
0—1	3893,1	25 679	20 677	5 002
0—2	4124,7	24 238	19 231	5 007
0—3	4380,2	22 824	17 820	5 004
0—4	4661,4	21 447	16 443	5 004
0—5	4972,8	20 104	15 101	5 003
0—6			13 794	

Die obige Tabelle gibt die Wellenlängen und Frequenzen der neuen Banden, außerdem zum Vergleich die Frequenzen der Gruppe *a* der Ångströmbanden, wie sie von BIRGE (l. c.) auf Grund seiner Formel berechnet wurden, und schließlich die Frequenzdifferenzen entsprechender Banden der beiden Gruppen. Die Bande λ 3893 ist schon von DESLANDRES beobachtet[1], bisher aber nicht eingeordnet worden. Sie gehört zweifellos ebenfalls zu den neuen Banden.

Eine ausführliche Mitteilung sowie Wiedergabe von Spektrogrammen wird nach Ausführung weiterer und genauerer Messungen an anderer Stelle erfolgen.

Darmstadt, Physikalisches Institut der Technischen Hochschule, den 8. Oktober 1928.

GERHARD HERZBERG.

[1] R. T. BIRGE, Physic. Rev. **28**, 1157 (1926); vgl. auch R. MECKE, Physik. Z. **26**, 217 (1925).

[2] Siehe R. T. BIRGE, l. c. S. 1161.

Über das Bandenspektrum des Lithiums.

Lithiumdampf besitzt, wie schon früher beobachtet wurde[2], im Sichtbaren zwei Absorptionsbandensysteme, eines im Blaugrünen und das zweite im Roten. Von diesen beiden Systemen konnte das im Blaugrünen gelegene auf Grund von Absorptions- und Fluorescenzversuchen in ein Kernschwingungsschema eingeordnet werden. Das Fluorescenzspektrum, welches man bei Einstrahlung mit weißem Licht (Sonne) in Lithiumdampf von 600—700° erhält, ist mit dem grünblauen Absorptionsspektrum identisch, zeichnet sich aber im Gegensatz zum letzteren durch größere Übersichtlichkeit aus. Die Frequenzwerte des nachstehenden Schemas sind im wesentlichen aus einer Fluorescenzaufnahme (Dispersion 14 ÅE/mm bei 4900) gewonnen worden. Den Belichtungszeiten waren leider enge Grenzen gesetzt, da das Lithium sehr schnell von heißen Stellen des Heizrohres zu den kühleren Teilen hinüberdestilliert.

Kantenschema $\nu = 20\,398{,}4 + (367{,}5\,n' - 3{,}2\,n'^2) - (347{,}5\,n'' - 2{,}2\,n''^2)$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	*20 398,4*	*20 053,1*	*19 712,2*	19 376,2						
1	*20 662,7*		19 976,7	19 640,9	19 310,2	18 985,9	18 665,5			
2	*20 926,6*		20 234,4		19 568,6	19 243,9	18 924,8	18 611,6		
3	21 170,7						19 175,3	18 862,0	18 551,9	18 247,1
4	21 414,7	21 170,7						19 105,7	18 795,7	18 490,4
5		21 307,8	20 969,1							

Die den quergestellten Frequenzen entsprechenden Banden sind auch mit großer Dispersion (1,38 ÅE/mm) in Absorption aufgenommen worden. Die Linienfolge in den Zweigen der einzelnen Banden zeigt den zu erwartenden Intensitätswechsel. Eine genaue Analyse der Feinstrukturen stößt auf Schwierigkeiten, da selbst bei dieser Dispersion die Linien in der Kantennähe noch nicht genügend aufgelöst sind.

Bei Berechnung der Kantenformel wurden die Frequenzen benutzt, für die die entsprechenden Kanten mit großer Dispersion sehr genau ausgemessen werden konnten. Bestimmt man auf Grund der Kantenformel die Konvergenzstelle des Energieniveaus des unerregten Moleküls und berechnet daraus die Dissoziationsarbeit, so ergibt sich dieselbe zu 1,69 Volt.

Potsdam, Einstein-Institut; Astrophysikalisches Observatorium, den 18. Oktober 1928. K. WURM.

Über die Autoxydation des Benzaldehyds.

Die von sehr zahlreichen Forschern untersuchte Bildung von Benzoesäure aus Benzaldehyd an der Luft, stellt, wie wir gefunden haben, eine Schwermetallkatalyse dar. Es ist uns gelungen durch mehrmalige Vakuumdestillation in Kohlensäureatmosphäre und anschließende fraktionierte Krystallisation mit Hilfe von flüssiger Luft, wobei alle Operationen „aseptisch" vorgenommen wurden, reinen Benzaldehyd zu gewinnen, der keine Autoxydation mehr zeigt.

[1] Siehe KAYSER, l. c.

[2] A. L. NARAYAN und D. GUNNAIYA, Proc. roy. Soc. Lond. **106**, 51 (1924).

Kleine Zusätze von Eisen-, Kupfer-, Nickel- und Mangansalzen beschleunigen die Sauerstoffaufnahme außerordentlich. Es genügt 1 Mol. $FeCl_3$ auf 1200 Mole Benzaldehyd, um diesen mit Luft bei 20° in etwa 40 Min. zu 50% in Benzoesäure überzuführen. Wie andere Schwermetallkatalysen wird auch die „Autoxydation" des gewöhnlichen Benzaldehyds durch Blausäure und Pyrophosphat stark gehemmt. Die bekannte Hemmung durch Phenol wird durch Eisenzusatz aufgehoben.

Unter den Bedingungen unserer Versuche[1] ist Ferrosalz 15mal wirksamer als Ferrisalz. Bei den Ferrisalzkatalysen nimmt jedoch die Reaktionsgeschwindigkeit nach einer mehr oder minder langen Induktionsperiode stark zu. Gleichzeitig mit dieser Reaktionsbeschleunigung beobachtet man das Auftreten einer orangebraunen Farbe in der Benzaldehydschicht, während die Farbe des Ferrichlorids in der wäßrigen Schicht verschwindet. Schüttelt man Benzaldehyd mit Ferrosalzlösung, so tritt die orangebraune Farbe sofort auf. Wir sind mit der Isolierung der farbigen Eisenverbindung beschäftigt, in der wir das katalytisch wirksame Reaktionszwischenprodukt vermuten. Wenn in Versuchen mit Eisenzusatz unter besonderen Bedingungen die Sauerstoffaufnahme ausbleibt, tritt auch die orangebraune Farbe im Benzaldehyd nicht auf.

Fünfzigfach wirksamer als Ferroeisen ist das im Hämin komplex gebundene Metall. Der am Beispiel der Katalasewirkung von R. Kuhn und L. Brann erstmals aufgefundene Unterschied zwischen „Phosphathämin" und „Pyridinhämin" ist hier besonders stark. Phosphathämin finden wir nämlich vollkommen unwirksam. Die Empfindlichkeit des „Pyridinhämins" gegen Blausäure ist für die Oxydation des Benzaldehyds von derselben Größenordnung wie diejenige des Atmungsferments in tierischen Geweben nach O. Warburg.

Zürich, Laboratorium für allgem. und analyt. Chemie der Eidg. Techn. Hochschule, den 20. Oktober 1928. Richard Kuhn und Karl Meyer[2].

Der pseudoskopische Effekt.

Es ist allgemein bekannt, daß die pseudoskopische Wirkung, die Umkehrung der gewohnten tiefenrichtigen Raumwahrnehmung, nur mit großen Anstrengungen und auch dann nur zeitweise zu erzwingen ist. An Stelle der orthoskopischen, tiefenrichtigen Wirkung zeigt ein pseudoskopisches Stereogramm, das man durch eine Vertauschung der Teilbilder erhält, eine starke Verworrenheit, die nur auf Augenblicke einer tiefenverkehrten Raumwahrnehmung weicht. Der orthoskopische Effekt kommt durch das Zusammenwirken zweier psychologischer Faktoren, Erfahrung und Gewöhnung, zustande. Der zweite Faktor, die Gewöhnung steht einer umgekehrten Raumauffassung entgegen.

Wird die Gewöhnung ausgeschaltet, so tritt der pseudoskopische Effekt in derselben Stärke auf wie der orthoskopische. Die modernen binokularen Mikroskope, bei welchen die Strahlenteilung der von einem einzigen Objektiv ausgehenden Lichtbündel physikalisch (durch halbdurchlässig versilberte Spiegelprismen) erfolgt, liefern Doppelbilder mit pseudoskopischer *und* orthoskopischer Wirkung. Ein orthoskopischer Effekt tritt z. B. dann auf, wenn die Mikroskopokulare weniger weit voneinander entfernt werden, als dem Augenabstand des Beobachters entspricht. Bei weiter gestellten Okularrohren entsteht der pseudoskopische Effekt, und zwar *mit derselben Eindringlichkeit wie der orthoskopische*. Wenn nicht mit der Umkehrung der Tiefenwahrnehmung gleichzeitig die Bildwölbung des Mikroskopobjektives scheinbar ihren Charakter ändern würde — bei orthoskopischer Wahrnehmung erscheinen die Elemente des mikroskopischen Bildes entsprechend der stets positiven Wölbung des Bildes hügelförmig aufgetürmt, bei pseudoskopischer dagegen in einer Mulde angeordnet — so wäre man nicht imstande, beide Effekte auseinander zu halten.

Durch einen Kunstgriff, der meines Wissens trotz oder vielleicht wegen seiner Einfachheit noch unbekannt zu sein scheint, läßt sich auch bei gewöhnlichen Stereogrammen, die Landschaften, Interieurs und dgl. darstellen, die Gewöhnung ausschalten. Man steckt das pseudoskopische Raumbild *umgekehrt* in das Stereoskop. Infolge der *ungewohnten* Art der Betrachtung erscheint die Tiefenverkehrtheit ebenso eindringlich wie der orthoskopische Effekt eines ordnungsmäßig hergerichteten Stereogramms. Die Wirkung ist unter Umständen geradezu grotesk. Zum Beispiel erscheinen Menschen oder Gegenstände vor einem Hause deutlich hinter der Hausmauer, wobei diese entsprechende Durchbrechungen aufweist. Der Himmel in einem Landschaftsbilde wird zum See im Vordergrunde und a. m. Der Effekt tritt spontan auf. Er erfordert nicht, wie bei der Feststellung der pseudoskopischen Wirkung am aufrechtstehenden Stereogramm, eine gewisse Übung im stereoskopischen Sehen.

Wien, den 22. Oktober 1928. Oskar Heimstädt.

Zum Thema: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit von Gasen durch ein Magnetfeld.

In einer eingehenden, in Gemeinschaft mit Herrn Klingler unternommenen Untersuchung der Reaktion $2NO + O_2 = 2NO_2$ stellte sich heraus, daß, entgegen einer früheren Mitteilung (Naturwiss. 13, 744) bei dieser Reaktion keine Beeinflussung durch ein magnetisches Feld festgestellt werden kann. Eine ausführliche Darstellung der Versuche erscheint in naher Zeit in der Z. physik. Chem.

Berlin, Physikalisch-chemisches Institut der Universität, den 31. Oktober 1928.

Gertrud Kornfeld.

[1] Wir messen den aufgenommenen Sauerstoff manometrisch nach O. Warburg. Der Benzaldehyd ist in Benzol gelöst und wird mit Wasser bzw. der wäßrigen Katalysatorlösung geschüttelt.

[2] Fellow of the International Education Board.

Besprechungen.

KRIES, JOHANNES VON, **Die Prinzipien der Wahrscheinlichkeitsrechnung.** Eine logische Untersuchung. Zweiter, mit einem Vorwort versehener Abdruck. Tübingen: J. C. B. Mohr (Paul Siebeck) 1927. XIV, 298 S. 15×23 cm. Preis RM 12.—.

Daß dieses Werk, das kein Lehrbuch, keine Einführung in die Wahrscheinlichkeitsrechnung sein will, sondern eine philosophische Grundlegung des viel umstrittenen Problemkreises, nach 41 Jahren im Neudruck wieder erscheinen kann, hebt es schon aus der Flut der vielen kurzlebigen Schriften ähnlicher Zielsetzung vorteilhaft heraus. Jeder, der sich ernsthaft

mit den Grundfragen der Wahrscheinlichkeitstheorie befaßt, ist mit dem KRIESschen Standpunkt im großen ganzen vertraut. Es wird daher hier genügen, an die Hauptpunkte dieses Gedankenganges zu erinnern.

v. KRIES geht von der Frage aus, was die bekannten zahlenmäßigen Angaben über Wahrscheinlichkeitsgrößen bedeuten. Er verwirft u. a. auch die Annahme der Subjektivisten, wonach das Wahrscheinlichkeitsurteil lediglich durch den Stand des jeweiligen Wissens der urteilenden Personen bedingt sei, und sucht nach *objektiver* Unterlage für die numerische Wahrscheinlichkeitsbestimmung. Eine solche sieht er dann gegeben, wenn eine Aufstellung gleichmöglicher Fälle zu finden ist, die sich „in zwingender Weise und ohne jede Willkür ergibt". Der Hauptteil des Buches ist dem Versuch gewidmet, nachzuweisen, daß in den praktisch wichtigen Beispielen der Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung eine derartige intellektuelle Situation besteht, wie sie hier gefordert wird. Die Lösung aller Schwierigkeiten ergibt sich für den Verfasser aus seinem „Prinzip der Spielräume". Eine knappe Formulierung dieses Prinzips, etwa in der Art, in der man sonst in den exakten Wissenschaften ein Theorem auszusprechen pflegt, vermißt man allerdings in dem ganzen Buch. Ich kann also hier nur mehr oder weniger willkürlich etwas von den zahlreichen Erklärungen herausgreifen, die zur Umschreibung des Prinzips dienen sollen. Die Wahrscheinlichkeitsrechnung muß einen Gegenstand betreffen, für welchen, „unserem Wissen gemäß, ein meßbarer und in Teile zu zerlegender Spielraum des Verhaltens möglich erscheint" (S. 24). Freie Erwartungsbildung heißt eine „in keinerlei Weise durch Gründe, sondern lediglich durch Größenverhältnisse geleitete Abwägung von Annahmen". Die Spielräume, nach welchen die Erwartungsbildung sich richtet, müssen „nicht mehr auf andere reduzierbar sondern ursprüngliche" sein. „Als Gesamtergebnis der logischen Untersuchung erhalten wir somit den Satz, daß Annahmen in einem zahlenmäßig angebbaren Wahrscheinlichkeitsverhältnis stehen, wenn sie indifferente und ihrer Größe nach vergleichbare ursprüngliche Spielräume umfassen, und daß bestimmte Wahrscheinlichkeitswerte sich daher da ergeben, wo die Gesamtheit aller Möglichkeiten durch eine Anzahl solcher Annahmen erschöpft werden kann" (S. 36).

Die neue Auflage des Buches unterscheidet sich von der alten durch Hinzufügung einer längeren Einleitung, in der der Verfasser sich mit den in der Zwischenzeit erschienenen Äußerungen zur Grundlegung der Wahrscheinlichkeitsrechnung auseinandersetzt. Er kommt dabei besonders ausführlich auf die Arbeiten des Referenten zu sprechen, von denen er meint, daß sie „unter den Mathematikern besonders viel Beachtung gefunden" hätten und „wohl vielfach für mustergültig gehalten" würden. Es sei mir gestattet, auf die Bemerkungen zu meiner Theorie mit einigen Worten einzugehen. Hr. v. KRIES erklärt, daß ich an die Spitze der Theorie die Forderung nach Existenz eines Grenzwertes der relativen Häufigkeit gestellt habe, und fährt dann fort: „Was aber die Wahrscheinlichkeitsrechnung als Grundlage nötig hat, sind nicht die beobachteten Einzeltatsachen, sondern deren induktive Verallgemeinerung." Ich meine, daß die Existenz eines Grenzwertes alles andere als eine Einzeltatsache ist und gerade nur als eine „induktive Verallgemeinerung" von Erfahrungen bezeichnet werden kann, wenn dieser Ausdruck überhaupt einen Sinn hat. Der Gedankengang meiner Theorie ist doch eben der, zwar von beobachtbaren Tatsachen auszugehen, aber durch Abstraktion und Verallgemeinerung Grundsätze zu gewinnen, die tauglich sind, als Axiome einer deduktiven Darstellung zu dienen. Der sachliche Unterschied der beiden Theorien liegt vor allem darin, daß es in meiner Theorie eine Wahrscheinlichkeit, die Augenzahl 6 zu werfen, auch für den Würfel gibt, der an einer Kante angefeilt ist, während die KRIESsche Theorie der indifferenten Spielräume diesen Fällen machtlos gegenübersteht. Wenn sie etwa den Ausweg versuchen wollte, zu sagen, daß hier der Spielraum der Erwartungsbildung in 600 „gleiche" Teile zerfällt, von denen 101 auf die Augenzahl 6 führen, so müßte sie die Antwort darauf schuldig bleiben, wo diese Zahlen, 600 und 101, herkommen. Ein weiterer, sehr scharf ausgeprägter Gegensatz der Auffassungen kommt in den Formulierungen von v. KRIES auf S. 130 zum Ausdruck. Er sagt hier: „Jede Wahrscheinlichkeit muß doch einen bestimmten Urteilsinhalt zum Gegenstande haben ... So werde ich mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit annehmen, daß Cajus ... im Laufe eines Jahres sterben werde. Wenn dagegen von der Wahrscheinlichkeit eines allgemeinen Falles gesprochen wird ... etwa der Wahrscheinlichkeit, ‚daß ein jetzt vierzigjähriger Mann noch zwanzig Jahre leben werde': so ist klar, daß hier das Wort in einem uneigentlichen Sinne genommen sein muß ... Ein derartiger Satz hat in der Tat, wenn er mit Wahrscheinlichkeit überhaupt etwas zu tun haben soll, lediglich den Sinn, daß er eine allgemeine Bestimmung über eine beliebige Anzahl einzelner Wahrscheinlichkeiten trifft." Demgegenüber gehört es zu den Grundauffassungen meiner Theorie, daß die Wahrscheinlichkeitsrechnung es *ausschließlich* mit Aussagen dieser Art zu tun hat, daß sie immer nur von der Sterbens- oder Lebenswahrscheinlichkeit für eine bestimmte wohldefinierte *Klasse* von Menschen (ein Kollektiv), niemals aber von der für ein einzelnes Individuum, etwas aussagen kann.

Nur in *einem* Punkt dürfte mir in der KRIESschen Einleitung das gegenseitige Verhältnis unserer verschiedenen Auffassungen treffend gekennzeichnet sein. Die Annahme einer „direkt auf Massenerscheinungen bezüglichen und nur in ihnen zur Erscheinung kommenden Regelmäßigkeit" scheint mir in der Tat das intellektuelle Bedürfnis in gleichem Sinne zu befriedigen wie die Annahme einer „allgemeinen Gesetzlichkeit der Natur". Ich kann es natürlich niemandem verargen, daß seine intellektuellen Bedürfnisse weiter oder tiefer gehen, aber ich glaube, daß die gesamte Entwicklung unserer Naturerkenntnis gegenwärtig in eine Richtung weist, die eine solche Bescheidung, wie sie von mir angedeutet wird, von uns fordert.

R. v. MISES, Berlin.

RUSSELL, BERTRAND, **Die Analyse des Geistes.** Übersetzt von K. GRELLING. Leipzig: Felix Meiner 1927. VII, 407 S. 14×22 cm. Preis geh. RM 12.—, geb. RM 14.—.

BERTRAND RUSSELL, in der Gegenwart wohl der bedeutendste Bearbeiter mathematisch-philosophischer Grenzgebiete, dehnt im letzten Jahrzehnt seine Tätigkeit immer mehr aus auf das Gesamtgebiet der Philosophie; hier entwickelt er einen neuen Lösungsversuch des psychophysischen Problems. Das Buch ist hervorgewachsen aus in London und Peking gehaltenen Vorlesungen und ist unter dem Titel The Analysis of Mind englisch zuerst 1921 erschienen. Der Grundgedanke des Buches steckt eigentlich schon in RUSSELLS Untersuchung von 1914 Our knowledge of the external world (Unser Wissen von der Außenwelt, übersetzt von ROTHSTOCK, Leipzig 1926). Er erscheint hier philosophisch ausgeführt und durch eine eingehende theore-

tische Analyse der Gegebenheiten und Vorgänge unseres Bewußtseins ergänzt.

Am kürzesten läßt sich der Kern der vorgetragenen Theorie an der Hand eines Russellschen Beispieles verdeutlichen (vgl. 115ff. und 151ff.). Ein Stern übt auf alle Stellen der Welt — alltagsmäßig gesprochen — „Wirkungen" aus, d. h. es treten an jeder Stelle, je nach dem dort postierten Empfangsapparat, hier Vorgänge in einer Selenzelle, dort in einer Netzhaut, dort Wellen im Vakuum auf usw. Selbstverständlich stehen diese unendlich vielen Wirkungen zueinander in streng gesetzlichen Beziehungen. Nun ist für Russell das, was wir bisher Wirkungen nannten und was bei ihm „Aspekte" oder „Ansichten" heißt, der Baustoff der Welt: hier und nur hier liegen die eigentlich gegebenen „Elemente" vor, aus denen die Gegenstände sowohl der Physik als der Psychologie aufzubauen sind. Entscheidend nämlich ist der Umstand, daß die Aspekte oder Elemente selber von dem Gegensatz physisch-psychisch noch nicht betroffen werden. Der von einem Hirn (mit Hilfe eines vorgeschalteten Sinnesorgans) aufgenommene Sternaspekt heißt zwar die „Wahrnehmung" des Sternes (S. 125), der Aspekt des Sternes aber z. B. auf einer photographischen Platte und der in einem Hirn sind prinzipiell nicht voneinander verschieden. Wie baut man nun aus diesen Elementen die physische und psychische Welt? Durch zwei verschiedene Verknüpfungsarten. Einerseits nämlich lassen sich die unendlich vielen, untereinander gesetzlich koordinierten Aspekte zusammenfassen, die — alltagsmäßig gesprochen — der eine Stern von allen Stellen der Welt aus darbietet: die unendliche Menge dieser Aspekte und nichts weiter ist der „Stern" als *physikalischer* Gegenstand. Anderseits kann man auch alle jene Aspekte zusammenfassen, die an einer einzigen Stelle, z. B. in einer bestimmten photographischen Platte von allen Stellen des Weltalls her einlaufen: sie heißen eine „Perspektive" der Welt. Ist nun der Einlaufsort der Perspektive ein Hirn und faßt man die sukzessive Reihe der im Hirn einlaufenden Weltperspektiven nach Art einer Biographie zusammen, so treibt man *Psychologie*. Die Weltelemente selber also sind psycho-physisch neutral; die Scheidung von physisch und psychisch aber entsteht nur durch zwei verschiedene Arten, die *Beziehungen* zwischen den Elementen zusammenzufassen: Gegenstände der Physik nämlich sind gewissermaßen die Emissionszentren, Gegenstände der Psychologie die Absorptionszentren in dem Netz der Relationen, das alle Elemente miteinander verflicht.

Offensichtlich wiederholt die Auffassung Russells den Grundgedanken Ernst Machs von den psychophysisch neutralen „Elementen" und den zwei verschiedenen Verknüpfungsarten, auf die sich der ganze Unterschied von körperlich und seelisch reduziert. Bereichert ist jedoch hier die Machsche Auffassung um eine völlig originelle und viel schärfere Charakteristik der beiden Arten des Elementenzusammenhanges. Diese Charakteristik wird vorgenommen mit den Mitteln der Relationslogik, sie wurzelt in Russells mathematischer Grundlagenforschung und muß in ihren Feinheiten im Buche selber nachgelesen werden.

Hier sind nur zwei Punkte noch nachzutragen. Der erste betrifft die *Gesetze* in Physik und Psychologie. Physikalische Gegenstände werden verknüpft durch die bekannten Differentialgleichungen der Physik; die Gegenstände der Psychologie dagegen hängen nach anderen Gesetzen zusammen, die Russell im Anschluß an Semon „mnemische" nennt. Psychologische Vorgänge nämlich — man denke nur an Gedächtnis, Assoziation, Gewohnheit — hängen nicht bloß von einem gegenwärtigen Momentanzustand ab, wie dies in der Physik zuträfe, sondern auch die Vorgeschichte, d. h. Vorgänge der Vergangenheit sind stets mit zu berücksichtigen. Russell läßt zwar die Möglichkeit durchaus offen, daß mnemische Gesetze im Fortgang der Forschung später einmal auf physikalische Gesetze des Nervensystems sich würden zurückführen lassen; heute aber erscheint ihm der Gegensatz zwischen physikalischer und mnemischer Gesetzlichkeit als ein hinreichendes Gegenargument gegen den psychophysischen Parallelismus (105f.). Zweitens ist zu beachten, daß Russells Definition des Psychischen den Bereich des *Bewußtseins* weit überschreitet: kennt er doch auch unbewußte Empfindungen, Begierden, Glaubensakte usw. Er entwickelt also eine eigene Kennzeichnung der bewußten innerhalb der psychologischen Vorgänge im allgemeinen (369ff.), eine Kennzeichnung die sich indes kurz nicht wiedergeben läßt.

Der dargelegte Grundgedanke ist ausgeführt und umrankt durch umfangreiche und höchst subtile psychologisch-erkenntnistheoretische Untersuchungen über Instinkt und Gewohnheit, Begehren und Fühlen, Innere Wahrnehmung, Empfindungen und Vorstellungen, Erinnerung, Wort und Bedeutung, Begriffe und Denken, Glauben, Wahrheit und Falschheit, Emotionen und Wille. Diese Untersuchungen schürfen außerordentlich tief und zeichnen sich aus durch ihre Präzision und den Umfang der behandelten Probleme: mit Ausnahme des Gestaltproblems dürften eigentlich alle Fragen behandelt sein, die heute in der Psychologie prinzipielle Schwierigkeiten einschließen. Am nächsten steht Russell psychologisch den Auffassungen von William James. Hier sei nur erwähnt, daß er ein weites Stück Weges auch mit dem Behaviorismus gemeinsam geht, bei Glaube, Wiedererkennen und Vorstellung aber doch ein Abweichen zur Introspektion für erforderlich hält (199, 215, 253f.). Von großem Interesse ist auch seine Stellungnahme zu der wissenschaftlichen Leistung Sigmund Freuds: die knappen Bemerkungen des Philosophen über Psychoanalyse und das Unbewußte überhaupt (32ff., 38ff., 84ff.) gehören wohl zu den präzisesten und wissenschaftlich fruchtbarsten Gedanken, die zu diesem Gegenstand bisher geäußert wurden. Für den Interessenkreis des Naturforschers belangreich ist schließlich auch die sehr zurückhaltende Bewertung, die Russell den so naturwissenschaftlich aussehenden Experimenten Bühlers, Messers u. a. zur Denkpsychologie entgegenbringt (284ff.).

Im ganzen läßt sich die Betrachtungsweise unseres Philosophen kennzeichnen als eine wechselseitige Durchdringung von Positivismus und mathematischer Logik. Eine kritische Auseinandersetzung mit den einzelnen Ergebnissen des Buches müßte jedoch die hier gesteckten Grenzen überschreiten. Die Darstellung ist klar und knapp, stellenweise ist sie kaum merklich gefärbt von trockenem Humor; die Übersetzung ist vortrefflich. Bemerkenswert ist, wie ganz subtile erkenntnistheoretische Probleme in der anspruchlosesten Sprache bis auf den Grund erörtert werden. Diese Verachtung des terminologischen Wortgestrüppes, die Vertrautheit mit den Ergebnissen der Naturwissenschaft, die in und hinter jeder Darlegung zu spüren ist, sind sonst in der philosophischen Literatur der Gegenwart nicht gerade häufig anzutreffen. Russells Buch ist so eine Quelle reichster Belehrung und wird insbesondere jeden Leser mit heller Freude erfüllen, der es für an der Zeit hält, daß die Philosophie bei der modernen Mathematik in die Schule gehe. E. Zilsel, Wien.

Geophysikalische Mitteilungen.

Sonnenflecken und Erdmagnetismus. Man weiß schon lange, daß die elfjährige Periode der Sonnenflecken auch in der Lebhaftigkeit der erdmagnetischen Variationen erscheint (Fig. 1). Polarlichter und die damit verbundenen magnetischen Stürme werden ausgelöst durch Schwärme elektrisch geladener Teilchen, die von Störungsherden der Sonne ausgehen und zeitweise an bevorzugten polnahen Stellen in die höchsten Atmosphärenschichten eindringen. In der unteren Atmosphäre ist dagegen von einem Einfluß der Sonnentätigkeit auf eigentliche meteorologische und luftelektrische Vorgänge fast nichts zu spüren.

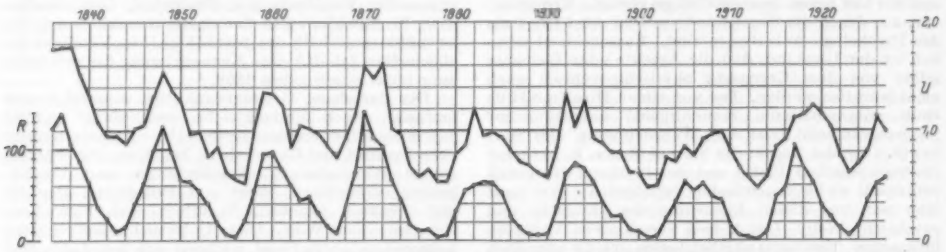

Fig. 1. Erdmagnetische Unruhe u (obere Kurve) und Sonnenflecken-Relativzahlen R (untere Kurve). Jahresmittel 1836–1927.

Über die Natur der solaren Corpuscularstrahlung bestehen nur Vermutungen. Es ist aber wohl sicher, daß sie nicht gleichmäßig von der ganzen Sonnenoberfläche, sondern nur von den gestörten Gebieten ausgeht. Nach E. A. Milne und S. Chapman (1) werden Korpuskeln wahrscheinlich dann ausgeschleudert, wenn der Strahlungsdruck über einer ungewöhnlich hellen Stelle der Oberfläche lokal und zeitweise anwächst. Solche hellen Stellen sind in der Umgebung der dunklen Flecke vorhanden.

Wenn Flecken den Zentralmeridian der Sonne passieren, so besteht also eine gewisse Wahrscheinlichkeit dafür, daß etwa zur selben Zeit ein erdmagnetischer Sturm beginnt. C. Chree und andere haben das Wiedererscheinen desselben Fleckes nach einer oder mehreren Sonnenrotationen, d. h. nach Vielfachen von rund 27 Tagen, überzeugend in entsprechenden Wiederholungen im erdmagnetischen Störungsgrad nachgewiesen.

Diese Tendenz zu 27tägigen Wiederholungen ist im Erdmagnetismus so ausgesprochen, daß man sogar daran denken konnte, aus erdmagnetischen Beobachtungen die Änderung der Sonnenrotationsperiode mit der heliographischen Breite statistisch abzuleiten, indem man benutzte, daß die mittlere Lage der Flecken vom Beginn eines Fleckenmaximums bis zum Ende allmählich von etwa 30° Breite zum Sonnenäquator hinabrückt.

Eine umfangreiche Statistik von J. M. Stagg (3) zeigt die Schwierigkeiten, die einer befriedigenden Lösung leider entgegenstehen. Der Erfolg der Mittelbildung wird nämlich dadurch vereitelt, daß die magnetisch gestörten Stunden ungleichmäßig über den Tag verteilt sind; in London liegen z. B. etwa die Hälfte der gestörten Zeiten in den 4 Stunden vor Mitternacht. Diese tägliche Periode der Störungshäufigkeit ist vom Standpunkt der Birkeland-Störmerschen Theorie verständlich. Denn die von der Sonne kommenden ionisierten Schwärme werden vom permanenten magnetischen Erdfeld abgelenkt und in Polnähe eingesogen. Da die magnetische Erdachse um etwa 11,5° gegen die Rotationsachse geneigt ist, wechselt im Laufe des Tages (und Jahres) der Winkel zwischen der magnetischen Achse und der Verbindungslinie Sonne-Erde, d. h. der ungefähren Richtung der Schwärme, und mit diesem Winkel wird auch die Wahrscheinlichkeit des Einfangens von Teilchen wechseln. Aus diesem Grunde sind die stärkeren Störungsgrade auf wenige Tagesstunden konzentriert, so daß die Zeitdifferenzen zwischen aufeinanderfolgenden Störungen nur wenig von einer ganzen Anzahl von Tagen (26, 27 und 28) abweichen werden und auch im Mittel nicht auf Bruchteile von Tagen zu bestimmen sind.

Die Zeit T (in Tagen) zwischen Aussendung der solaren Strahlung und ihrer Ankunft auf der Erde darf nur um 1–2 Tage von einem Mittelwert abweichen, weil sonst die Schärfe der 27tägigen Wiederholung nicht zu erklären wäre. Die Bestimmung dieses Mittelwertes bildet den Gegenstand zweier Arbeiten, die beide dasselbe Maß für die Sonnentätigkeit benutzen, nämlich die Flächen der Sonnenflecken, die in Greenwich

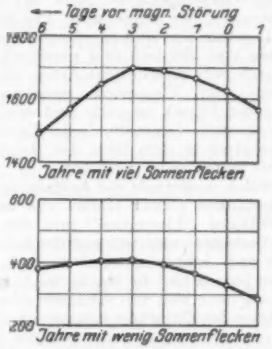

Fig. 2. Flächen der Sonnenflecken, ausgedrückt in Millionsteln der Sonnenscheibe, im Mittel für 6 Tage vor und 1 Tag nach einem magnetisch gestörten Tag.

gemessen und in Millionsteln der Oberfläche der Sonnenhalbkugel ausgedrückt werden.

Greaves und Newton (2) vergleichen aus den Jahren 1874–1927 sämtliche magnetischen Stürme (Anzahl 60), bei denen der Störungsvektor in Greenwich 1/50 des permanenten Feldes überschritt, mit den Fleckengruppen (Anzahl 455), die dem bloßen Auge sichtbar

waren, wobei als untere Grenze für das mittlere Areal 500 Millionstel angesetzt wurde. 36 Stürme begannen in dem Intervall zwischen 4 Tagen vor und 4 Tagen nach dem Durchgang einer dieser Gruppen durcn den Zentralmeridian der Sonne; wenn kein Zusammenhang bestünde, dürften in den 26 einzelnen Jahren, auf die die 60 Stürme entfallen, höchstens 17 Stürme vom Durchgang eines Fleckes begleitet sein. Noch enger wird der Zusammenhang, wenn nur die 17 stärksten Stürme mit einem Störungsvektor von über 1/30 des normalen ausgewählt werden; von diesen sind 15 mit dem Durchgang eines Fleckes verbunden. Von den beiden Ausnahmen ist besonders auffällig der Sturm vom 13. bis 14. November 1894 (Amplitude der Deklination 50′, Vertikalkomponente 0,005 Gauss), der unzweifelhaft zu einer Zeit eintrat, als keinerlei ungewöhnliche Tätigkeit auf der Sonnenscheibe sichtbar war und die Aktivität überhaupt wesentlich unter dem Jahresdurchschnitt lag; zwischen dem 9. und 10. Dezember entstand jedoch ein großer Fleck (Fläche 705 Millionstel), der am 10. Dezember, 27 Tage nach dem magnetischen Sturm, durch den Meridian ging. Umgekehrt findet sich auch ein Beispiel eines Fleckes von über 1800 Millionstel Areal, der von keiner nennenswerten Störung innerhalb mehrerer Tage von seinem Durchgang am 16. Juni 1905 begleitet war.

In den 30 Fällen, in denen nur *ein* Fleck innerhalb der 8 Tage um den Sturmbeginn den Meridian passierte, begann der Sturm im Mittel 0.9 ($\pm$ 0.35) Tage nach dem Durchgang dieses Fleckes durch den Zentralmeridian. Wenn man in genügender Näherung absieht von der verhältnismäßig geringen linearen Umfangsgeschwindigkeit der Sonne (am Äquator 2 km/sec) und von der Fortbewegung der Erde in ihrer Bahn, so kann T also zu rund einem Tage angesetzt werden, also die mittlere Geschwindigkeit der Teilchen zu etwa 2000 km/sec.

Stagg (4), der ältere Ansätze von C. Chree fortführt, beschränkt sich, um das Material zu vermehren, nicht auf die stärksten Stürme, sondern betr chtet alle Tage mit der mittleren internationalen ma netischen Charakterzahl $\geqq$ 1.5 (0 ungestört, 1 mäß, 2 stark gestört). In den Jahren 1906—1925 finden sich 366 solcher Tage, davon 250 in den 11 Jahren mit hoher, 116 in den 9 Jahren geringer Sonnentätigkeit. Für jeden dieser Tage, sowie für die 6 vorhergehenden Tage und den folgenden Tag, wurden die mittleren Fleckenarealzahlen ausgeschrieben, und zwar, um die Mittelpartien der Sonne stärker zu berücksichtigen, unkorrigiert wegen der perspektivischen Verkürzung am Sonnenrand. Die Mittelwerte (Fig. 2) zeigen deutlich Maxima etwa $2^1/_2$—3 Tage vor dem erdmagnetisch gestörten Tage, und zwar in den fleckenreichen Jahren in geringerem Abstand als in den fleckenarmen. Diese Verkleinerung von T mit zunehmender Sturmstärke läßt die Abnahme auf einen Tag für die stärksten Stürme, wie oben gefunden, verständlich erscheinen.

Stagg möchte allerdings nicht T zu $2^1/_2$ Tagen ansetzen, weil er vermutet, daß Sonnenflecken eher beim Erscheinen als im stationären Stadium ihrer größten Entwicklung die wirksame Strahlung aussenden werden. Das größte Anwachsen der Arealzahlen geschieht etwa vom 5. auf den 4. Tag vor dem magnetisch gestörten Tage.

Auf dem Mt. Wilson-Observatorium wird seit 2 Jahren dem Zusammenhang zwischen solaren Eruptionen und erdmagnetischer Aktivität besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Angesichts der statistischen Natur dieser Beziehungen und der Seltenheit großer Stürme wird nennenswertes weiteres Material allerdings erst in mehreren Jahren zuwachsen. Größere Fortschritte wären zu erwarten, wenn die neue Störmersche Mitteilung über außerirdische Echos drahtloser Kurzwellen sich bestätigen sollte, weil es dann vielleicht möglich wäre, aus der Reflexion die Lage der ionisierten Wolken zu erschließen.

Einfluß des Waldes auf Klima und Abfluß. Über diese Frage ist in gemeinsamer Arbeit der amerikanischen Forstverwaltung und des Wetterdienstes in großem Maßstabe ein Versuch ausgeführt worden, der in seiner planmäßigen Anlage in der experimentellen Klimatologie wohl einzig dasteht. Nach Abschluß der 16jährigen Messungen fassen C. G. Bates und A. J. Henry die Ergebnisse zusammen. An die Spitze ihres Berichtes stellen sie die herrschenden Ansichten: In gebirgigen Gegenden üben die Wälder in doppelter Weise einen Schutz aus: 1. Sie binden den Boden durch Bedeckung mit Humus und Streu. 2. Sie regulieren den Abfluß: Die schwammige Bodendecke der Wälder saugt beträchtliche Mengen Wasser auf; dadurch wird der rasche Abfluß jedes normalen Regenfalles verhindert, und das Wasser kann versickern und den gleichmäßigen Abfluß der Quellen speisen. Außerdem verzögert der Wald die Schneeschmelze, indem er die direkte Sonnenstrahlung vom Boden abhält. Die Gesamtwirkung der Wälder soll also darin bestehen, daß sie die Hochwässer mildern, den Abfluß bei trockenem Wetter aufrechterhalten, die Erosion und damit den Schlammgehalt der Flüsse und den Schaden der Hochwässer auf kultiviertem Land herabsetzen.

Für die quantitative Prüfung wurden im Rio Grande National Forest, bei Wagon Wheel Gap in *Colorado*, zwei Bäche mit aneinanderliegenden Abflußgebieten von je etwa 90 ha ausgesucht, deren Höhe zwischen 2800 und 3500 m über dem Meere liegt. Beide Gebiete waren in geologischer und topographischer Hinsicht so ähnlich wie möglich ausgewählt. Das feinkrystalline Gestein zerfällt an der Oberfläche in ziemlich feinen und dichten tonigen Lehm, der jedoch wegen der Steilheit der Hänge (durchschnittlich 15°) nirgends rein vorkommt, sondern schon in den obersten Schichten mit Felstrümmern vermengt ist und seine feinsten Bestandteile durch Auswaschung verloren hat. Deshalb ist der Boden wasserdurchlässig.

Am Austritt der Bäche aus den beiden Versuchsflächen wurden Wehre und Schlammabsatzbecken gebaut. Der Abfluß wurde das ganze Jahr hindurch registriert, der angesammelte Schlamm 3mal jährlich an der Luft getrocknet, gewogen und analysiert. 1911—1919 wurden auf beiden Gebieten an mehreren Stationen regelmäßige meteorologische Beobachtungen angestellt. Der natürliche Mischwald (Espen, Douglas- und Rottannen), der beide Gebiete ursprünglich gleichmäßig bedeckt hatte, wurde 1919 auf der einen Fläche (B) abgeholzt und entfernt, während das andere Gebiet (A) zum Vergleich unberührt blieb. Während sich auf dem Kahlschlag B allmählich eine leichte Pflanzendecke von Krautgewächsen und jungen Espen ansiedelte, wurden die Beobachtungen bis 1926 in derselben Weise fortgesetzt. Der Einfluß der Waldbedeckung auf Klima und Abfluß muß sich in der Änderung der Differenzen zwischen A und B durch den Kahlschlag eindeutig ausdrücken; die Existenz des unberührten Vergleichsgebietes A befreit von den klimatischen Schwankungen, die beide Versuchsflächen gleichzeitig betreffen, und die auch auf A ungleiche Mittelwerte für die erste Phase (1911—1919) und die zweite (1919—1926) bedingen.

Die Entwaldung hatte folgende klimatischen Wirkungen:

Lufttemperatur, registriert in Hütten, 2.3 m

über dem Erdboden: Die mittleren täglichen Maxima stiegen um 1.2°, die Minima um 0.4°, das Gesamtmittel um 0.7° C.

Bodentemperatur, gemessen in 1.2 m Tiefe: Schon vor der Entwaldung zeigten Hänge von etwa 30° Neigung stark verschiedene Tiefentemperaturen, je nach ihrer Lage zur Sonne. Der Boden am Südhang ist selbst im Walde das ganze Jahr hindurch fast 4° wärmer als der am Nordhang! Vielfach war man bisher der Ansicht, daß die Tiefentemperatur ungefähr gleich der mittleren Jahrestemperatur der Luft sei. Aus den Gesetzen der Wärmeleitung folgt aber unmittelbar nur, daß die Temperatur in der Tiefe konstant gleich der mittleren Temperatur der Erdoberfläche sein muß, und allein wegen der bekannten Schwierigkeit der genauen Messung der Oberflächentemperatur setzte man diese willkürlich gleich der Lufttemperatur. Namentlich an stark bestrahlten Südhängen wird jedoch die mittlere Oberflächentemperatur über derjenigen der Luft liegen, weil die starke mittägliche Überwärmung die schwächere nächtliche Unterkühlung sicherlich überkompensiert. Thermoelektrische Messungen der Bodentemperatur, die der Referent gemeinsam mit M. Köhn (nach W. Schmidts Methode) um Eberswalde anstellte, bestätigten diese Anschauung. Man bedenke dabei, daß schon 2° höhere Temperatur des Bodens am Südhang dem Unterschied der mittleren jährlichen Lufttemperatur an der Nordsee und in der Oberrheinebene gleichkommt!

Die Entwaldung hob die Bodentemperatur im Sommer (Juli-September) um 2.4° am Süd-, 2.0° am Nordhang (entsprechende Jahresmittel der Erwärmung 1.5° und 1.8°), was gut zu den Vergleichen zwischen Feld- und Waldstationen der früheren forstlich-meteorologischen Beobachtungen stimmt. Mit dieser Hebung der Bodentemperatur, die eine ebenso große mittlere Erwärmung der Oberfläche anzeigt, erklärt sich auch die oben erwähnte Zunahme der Lufttemperatur, da deren lokale Unterschiede im wesentlichen denen der Oberfläche parallel gehen.

Niederschlag: Etwa die Hälfte der Jahressumme von 530 mm fällt als Schnee; Juli und August bilden mit zusammen 140 mm eine Regenzeit. Die Entwaldung von *B* hatte natürlich keinen Einfluß auf diese Menge. Der Wassergehalt des Bodens bis 1 m Tiefe wurde im Sommer regelmäßig gemessen; er schwankt von Station zu Station zwischen 11 und 19% des Trockengewichts, nimmt aber überall vom Juli bis zum September um $^1/_4$ seines mittleren Betrages ab. Weder der mittlere Wassergehalt noch die sommerliche Austrocknung änderten sich merklich durch die Entwaldung; Änderungen in mehr als 1 m Tiefe waren allerdings der unmittelbaren Messung nicht zugänglich, müßten sich aber im Abfluß äußern.

Abfluß: Obwohl der Schnee nur die Hälfte des Niederschlages ausmacht, liefert er wesentlich mehr als die Hälfte des Abflusses. Höchstens 5% des gesamten Sommerniederschlages fließt noch im Sommer ab. Die Hauptmenge fließt während der Schneeschmelze, im Frühjahrshochwasser, ab; die Verhältnisse des Untergrundes sind jedoch der Speicherung so günstig, daß der Abfluß sonst das ganze Jahr hindurch ziemlich gleichmäßig bleibt (Abfluß auf dem Gebiet *A* in den drei Hochwassermonaten April, Mai, Juni zusammen 87 mm, im ganzen Jahr 156 mm; dabei ist der Abfluß, wie üblich, auf das ganze Abflußgebiet verteilt gedacht und in Millimeter Wasserhöhe ausgedrückt).

Im Walde floß 29% des Niederschlages ab, nach der Entwaldung 35%; der Zuwachs wird im wesentlichen durch erhöhtes Frühjahrshochwasser bedingt.

Dieses Anwachsen des Hochwassers auf dem Kahlschlag, oder vielmehr die Milderung des Hochwassers durch den Wald, hat zwei Gründe: Der ungeschützte Schnee auf dem unbewaldeten Gebiet *B* schmolz tagsüber im Winter früher als im Wald, floß aber nicht ab, sondern sammelte sich als Eis auf oder in der obersten Bodenschicht. Dadurch wurde er der Verdunstung entzogen, der offene Schneebänke ausgesetzt sind, und war im Frühjahr für den Abfluß verfügbar. Ferner wurde ein Teil des Schnees im Walde von den Bäumen aufgefangen und verdunstete von dort, ohne auf den Boden zu gelangen.

Anscheinend stieg das Grundwasser in den ersten 3 Jahren nach dem Kahlschlag ständig an, weil der Wasserverbrauch der Bäume wegfiel.

Erosion: Die jährliche Schlammführung betrug im Walde 3.1 kg trockenen Bodens pro Hektar, auf dem Kahlschlag dagegen 18.7 kg/ha! In dieser Erhöhung der Erosion liegt zweifellos eine der Hauptwirkungen der Entwaldung. Allerdings ist auch diese letzte Zahl noch weit von dem entfernt, was man unter Erosion als zerstörendem Vorgang versteht; denn erst 25000 kg/ha entsprechen einer Schicht von 1 mm Dicke. Auf anderen, weniger durchlässigen Böden hätte das Ergebnis ganz anders ausfallen können; auf lehmigem Ackerboden in Missouri z. B. wurden von Rasen 630, von unbewachsenem Boden dagegen 77000 kg/ha im Jahr abgeführt.

Unter gleichen geologischen, topographischen und klimatischen Bedingungen wird man die Fähigkeit eines Abflußgebietes zum Speichern um so größer einschätzen, je geringer der Abfluß *H* bei Hochwasser und je höher der Abfluß *N* bei Niedrigwasser ist. Das Verhältnis $H : N$ betrug 12 : 1 vor der Entwaldung, 17 : 1 danach, indem *H* wuchs, *N* dagegen nahezu gleich blieb. Das ist durchaus nicht extrem. Die Verfasser schätzen, daß erst bei einem Verhältnis über 25 : 1 das Niedrigwasser bei der Entwaldung gesenkt würde. Viele große amerikanische Ströme haben aber ein Verhältnis von 50 : 1 und darüber. Dort würde eine Beseitigung der Pflanzendecke bewirken, daß im Frühling oder nach stärkeren Sommerregen das Wasser schnell, nutzlos und zerstörend abläuft, während der Abfluß in niederschlagslosen Zeiten stark zurückgehen würde. Nur durch den Bau von Talsperren könnte dann der Abfluß wieder geregelt werden.

Natürlich konnte das Experiment nur etwas über den Einfluß des Waldes auf das „Mikroklima" aussagen; wie das Klima eines ganzen Landes, insbesondere der Niederschlag, durch Entwaldung betroffen wird, läßt sich ohne weiteres nicht daraus ableiten.

Literatur:

1. S. Chapman, Nature **121** (23. Juni 1928).
2. W. M. H. Greaves und H. W. Newton, Monthly Notices R. Astr. Soc. **88**, 556 (London 1928).
3. J. M. Stagg, Meteorol. Office, Geophys. Memoirs Nr. 40. London 1927.
4. J. M. Stagg, Ebenda Nr 42 (1928).
5. C. G. Bates und A. J. Henry, Monthly Weather Review, Suppl. Nr 30. Washington 1928. (Ein ausführlicher Bericht erscheint in der Zeitschr. für Forst- und Jagdwesen).

J. Bartels.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.